



HOSPITAL CENTRAL  
DR. IGNACIO  
MORONES PRIETO

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

### FACULTAD DE MEDICINA

HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DR IGNACIO MORONES PRIETO  
SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de Cirugía General

#### **“Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización de Índice de colapsabilidad de la vena cava”**

Juan Carlos Alvarado De Alba

ORCID: 0000-0003-0722-7040

#### DIRECTOR CLÍNICO

Maestro en Investigación, Dr. Mario Aurelio Martínez Jiménez  
Adscrito al servicio de Cirugía General

No. de CVU del CONACYT 302613 , Identificador de ORCID 0000-0002-8905-849x

#### DIRECTOR METODOLÓGICO

Doctorante DICIM-UASLP, Víctor Manuel Loza González  
No. de CVU del CONACYT 0000-0003-2753-7935 ; Identificador de ORCID 560212

Enero 2026



Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización del índice de colapsabilidad de la vena cava © 2026 por Juan Carlos Alvarado De Alba se distribuye bajo Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

### FACULTAD DE MEDICINA

Hospital Regional de Alta Especialidad Dr. Ignacio Morones Prieto

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de Cirugía General

#### **“Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización de Índice de colapsabilidad de la vena cava”**

Juan Carlos Alvarado De Alba  
ORCYD 0000-0003-0722-7040

DIRECTOR CLÍNICO  
Maestro en Investigación, Mario Aurelio Martínez Jiménez  
No. de CVU del CONACYT 0000-0002-8905-849x

DIRECTOR METODOLÓGICO  
Doctorante DICIM-UASLP, Víctor Manuel Loza González  
No. de CVU del CONACYT 0000-0003-2753-7935 ; Identificador de ORCID 560212

Enero 2026

## SINODALES

[REDACTED]  
Presidente \_\_\_\_\_

[REDACTED]  
Sinodal \_\_\_\_\_

[REDACTED]  
Sinodal \_\_\_\_\_

[REDACTED]  
Sinodal suplente \_\_\_\_\_

Enero 2026



## ÍNDICE

	Página
Resumen .....	7
Lista de tablas .....	9
Lista de figuras .....	10
Lista de abreviaturas .....	11
Lista de definiciones .....	12
Dedicatorias .....	13
Reconocimientos .....	14
Antecedentes .....	15
Justificación .....	25
Hipótesis .....	26
Objetivos .....	26
Sujetos y métodos .....	27
Análisis estadístico .....	30
Ética .....	32
Resultados .....	33
Discusión .....	44
Limitaciones y/o nuevas perspectivas de investigación .....	47
Conclusiones .....	49
Bibliografía .....	51

Anexos .....	54
Anexo 1. Carta de Autorización del Comité de Investigación. ....	54
Anexo 2. Carta de Autorización Comité de Ética en Investigación.....	55
Anexo 3. Carta de la Subdirección de Educación e Investigación .....	56
en Salud	
Anexo 4. Consentimiento Informado .....	57
Anexo 5. Revocación del Consentimiento Informado .....	66

## **Resumen.**

De acuerdo con datos del SINAVE (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica), alrededor del 20 al 40 % de las consultas médicas en el área de urgencias son secundarias a traumatismos o lesiones físicas; asimismo, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) estiman aproximadamente 35 millones de visitas por trauma a los servicios de urgencias en los Estados Unidos.

La revisión bibliográfica previa respalda de manera sólida la utilidad del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IVCCI) como un parámetro confiable para la valoración del estado hemodinámico de los pacientes, permitiendo orientar de forma adecuada la reanimación hídrica.

Se espera que los resultados de esta investigación sirvan como base para la implementación de protocolos formativos en el uso del ultrasonido clínico, así como para identificar áreas de oportunidad en el abordaje de pacientes con trauma en el área de urgencias, mediante la implementación del enfoque POCUS como herramienta de evaluación a disposición del cirujano general.

### **Objetivo.**

El presente estudio tiene como objetivo principal la validación de la concordancia en la medición del Índice de colapsabilidad de la Vena Cava Inferior (IVCCI) comparando las mediciones realizadas por un médico residente de Cirugía General de cuarto año con aquellas realizadas por el médico especialista en Radiología Diagnóstica y Terapéutica.

### **Diseño del estudio.**

Se presenta como una prueba piloto, con el objetivo de establecer la viabilidad y reproducibilidad en las mediciones del IVCCI en un contexto clínico real, con la interpretación de la concordancia interobservador.

Las mediciones dentro del mismo estudio se realizaron de manera independiente por parte del médico especialista y el médico residente con la finalidad de minimizar el sesgo en la concordancia de las mediciones.

## **Resultados.**

Los resultados obtenidos durante la primera fase del estudio, siendo de validación interna, realizado en 20 personas voluntarias con un valor CCI de 0.83 con una significancia estadística de  $p < 0.01$ . Para la segunda fase del estudio con 23 pacientes con diagnóstico de politrauma como de validación externa, se obtuvo una CCI de 0.96 con una significancia estadística de  $p < 0.01$ , demostrando una excelente concordancia de acuerdo a la guía de Koo y Li (2016)

## **Conclusiones.**

La medición del índice de colapsabilidad de la vena cava se trata de una herramienta versátil y reproducible para el abordaje de pacientes, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio es posible afirmar que se trata de una habilidad adquirible posterior a un periodo de entrenamiento, con énfasis en el manejo del equipo de ultrasonografía y en el punto de medición en la vena cava. De acuerdo a los resultados obtenidos en la primera fase, con una buena concordancia y un CCI elevado y estadísticamente significativo, se sugiere que incluso en fases tempranas del aprendizaje del IVCCI puede ser medido de forma consistente entre ambos operadores. Durante la segunda etapa del mismo se evidenció un incremento significativo de la concordancia, reflejando una mejora en la precisión del residente de cirugía general posterior al periodo de entrenamiento guiado.

En este estudio se propone el IVCCI como una herramienta reproducible para el fortalecimiento de las competencias del cirujano general.

## **Palabras clave**

- Trauma, Hemodynamic assessment, Inferior Vena Cava, Inferior Vena Cava Collapsibility Index, POCUS, Ultrasonography

## **Lista de Tablas.**

	Página
Tabla 1. Cuadro de variables dependientes en el estudio .....	28
Tabla 2. Cuadro de variables independientes en el estudio .....	28
Tabla 3. Cuadro de variables confusoras en el estudio .....	29
Tabla 4. Datos Demográficos .....	35
Tabla 5. Mediciones en fase de entrenamiento, validación interna .....	38
Tabla 6. Mediciones en la segunda fase, validación externa .....	40

## **Lista de Figuras.**

Página

Fig 1. Imagen ilustrativa desde la superficie para la visualización de estructuras en un corte sagital .....	19
Fig 2. Posicionamiento de sonda en posición subxifoidea y lateral .....	20
Fig 3. Imagen representativa de limitantes en la medición del diámetro de la vena cava secundario a distensión de asas intestinales por presencia de gas intraluminal .....	20
Fig 4. Distribución porcentual por género .....	36
Fig 5. Distribución porcentual de acuerdo a IMC .....	36
Fig 6. Distribución porcentual por región anatómica de trauma .....	37
Fig 7. Distribución porcentual de acuerdo a manejo requerido .....	37
Fig 8. Gráfica de dispersión primera fase .....	39
Fig 9. Gráfica de dispersión segunda fase .....	41
Fig 10. Imágenes representativas de la primera fase .....	42
Fig 11. Imágenes representativas de la segunda fase .....	43

## **Lista de abreviaturas y símbolos.**

- **SINAVE:** Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica.
- **IVC:** Inferior Vena Cava.
- **IVCCI:** Inferior Vena Cava Collapsibility Index.
- **CDC:** Centers of Disease Control.
- **PVUT:** Pletismografía con descarga vascular.
- **ECOTT:** Ecocardiograma Transtorácico.
- **PLR:** Passive Leg Raising.
- **FAST:** Focused Assessment with Sonography for Trauma.
- **ISS:** Injury Severity Score.
- **CCI:** Coeficiente de Correlación Interclase.
- **IC:** Intervalo de confianza.
- **p:** Coeficiente de correlación de Spearman.

## **Lista de definiciones.**

- **Vena Cava Inferior:** estructura anatómica vascular por la cual circula el retorno venoso del abdomen y miembros pélvicos.
- **Índice de Colapsabilidad de la Vena Cava Inferior:** relación entre el diámetro máximo de la vena cava inferior (en paciente con ventilación espontánea este fenómeno ocurre en la inspiración máxima) y el diámetro mínimo (ocurre en la espiración máxima).
- **SINAVE:** Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, organismo mexicano encargado de valorar prevalencia y distribución de patologías en el territorio nacional.
- **PVUT:** plethysmografía con descarga vascular, técnica no invasiva para la medición de cambios volumétricos y de presión en las extremidades para evaluar el flujo sanguíneo.
- **ECOTT:** Ecocardiograma Transtorácico, estudio no invasivo ultrasonográfico para valoración de la motilidad cardíaca y movimiento de volumen sanguíneo.
- **PLR:** Passive Leg Raising, prueba no invasiva con elevación pasiva de miembros pélvicos para valorar el comportamiento hemodinámico del paciente posterior a un aumento del retorno venoso equiparable bolo de líquidos.
- **FAST:** Focused Assessment with Sonography for Trauma, prueba no invasiva para la valoración de líquido libre abdominal o pericárdico.
- **ISS:** Injury Severity Score: sistema de puntaje anatómico para valoración de politrauma, con la finalidad de cuantificar la severidad y correlacionar con mortalidad y tiempo hospitalario.
- **CCI:** Coeficiente de Correlación Interclase, medida estadística para la evaluación de concordancia o fiabilidad entre dos o más mediciones cuantitativas.

## **Dedicatoria.**

El trabajo aquí presentado es la culminación de un proceso de aprendizaje gradual, así como de un crecimiento personal, durante el cual he tenido la dicha de contar con personas extraordinarias que me han acompañado a lo largo de este viaje.

A mis padres, [REDACTED], por estar siempre conmigo y por ayudarme a sobrellevar los momentos más difíciles de este camino.

A mis hermanas, [REDACTED], por soportar los momentos de mayor cansancio y, en ocasiones, de mal humor dentro del hogar.

A mis compañeros de generación, por ser un pilar fundamental durante mi paso por este hospital, ofreciendo apoyo consciente e inconsciente en momentos en los que parecía no haber un final en este túnel. En particular, a [REDACTED], mis mejores compañeros de guardia a lo largo de cuatro años; así como a [REDACTED]

[REDACTED], de quienes he aprendido innumerables lecciones y cuya amistad me ha permitido llegar a este punto de mi historia.

A los antecesores de mi guardia, [REDACTED], cuya compañía y enseñanza fueron clave en mi formación como cirujano general; así como a quienes representan el futuro de nuestra guardia: [REDACTED]  
[REDACTED]. Sin olvidar a [REDACTED]  
[REDACTED], hija de otra guardia, cuya presencia también forma parte de este camino.

## **Reconocimientos.**

A mis asesores en este estudio, el [REDACTED], cuyo acompañamiento, asesoría constante y orientación fueron fundamentales para la realización de esta investigación; sin su apoyo, este trabajo no habría sido posible.

Deseo expresar un reconocimiento y agradecimiento especial al Servicio de Radiología Diagnóstica y Terapéutica del Hospital Central, quienes me abrieron las puertas de su área, brindándome la orientación y el respaldo necesarios para el desarrollo de este estudio, y contribuyendo de manera significativa a mi crecimiento personal y profesional. De manera especial, al [REDACTED], por su paciencia y disposición durante todo este proceso.

A todos mis maestros de quienes he aprendido un sinfín de enseñanzas quirúrgicas, pero igualmente importante , enseñanzas de vida; [REDACTED]

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED].

A todos ustedes, gracias.

Juan Carlos Alvarado De Alba

## **Antecedentes.**

La historia de la humanidad se encuentra marcada por el trauma, siendo documentado en los registros más antiguos, “Las heridas no son un accidente sino una enfermedad” como ha sido descrito por Mattox, los avances tecnológicos tanto para herramientas diagnósticas como para las terapéuticas han conllevado a una disminución importante en la morbilidad asociada a los traumatismos, sin embargo, las heridas secundarias al trauma se presentan como la principal causa de muerte en la población de los Estados Unidos entre 1 y 44 años de edad, presentándose como la tercera causa de muerte global <sup>(1)</sup>. De acuerdo con datos del SINAVE se estima que entre el 20 y 40% de las consultas en el área de urgencias se encuentran relacionadas a traumatismos o lesiones físicas. De acuerdo a registros de la CDC en el año 2022 se presentaron 35 millones de visitas al área de urgencias asociadas a trauma.

Las heridas por trauma al igual que otras enfermedades presentan un amplio abanico en su presentación, siendo trauma abierto o cerrado, así como lesiones leves o aquellas que ponen en peligro la vida del individuo. El trauma presenta una epidemiología que depende del contexto social y de la geografía donde se desenvuelven los individuos. Los patrones del trauma se encuentran influenciados por variables como la edad, el género, el uso de drogas y el nivel socioeconómico. Se presentan como exposiciones agudas a los agentes físicos como la energía mecánica, la electricidad, el calor, químicos o radiación; hasta tres cuartas partes del trauma son secundarios a energía mecánica. Dentro de la epidemiología del trauma se presentan dos picos etarios con la mayor concentración de pacientes, siendo a los 16 a 40 años y en aquellos mayores de 65.

En las últimas décadas se han presentado un esfuerzo global encaminado a la disminución de las muertes asociadas a trauma en los diferentes servicios de salud, mediante intervenciones como el desarrollo de sistemas de trauma especializados, la mejoría de sistemas de seguridad en vehículos de motor y programas de bienestar social y educación dentro de poblaciones de riesgo.

La temporalidad de las muertes por trauma se han descrito de manera clásica como un sistema trimodal, el mayor momento de mortalidad se presenta en los primeros minutos de la lesión, sea dentro de la escena del traumatismo, en su traslado a la unidad médica o en las primeras horas posteriores a la lesión; alrededor del 26% de las defunciones ocurren en la primera hora y alrededor del 59% en las primeras 24 horas <sup>(1)</sup>. El segundo pico se presenta entre horas y días de la lesión, con un 78% de defunciones para el día tres. El último pico, siendo tardío, se ha modificado en las últimas décadas con una disminución en la tasa de defunción secundaria a los avances de reanimación y cuidados intensivos, en la cual la principal causa de defunción es la falla multiorgánica.

El estado de choque hipovolémico se trata de una afección orgánica secundaria al desbalance entre el aporte de sustratos y la demanda de los mismos en los tejidos, con una limitación para el retiro de sustancias tóxicas en el organismo afectado. Incluso en casos de normotensión es posible encontrar un estado de hipoperfusión acompañado de daño celular significativo, en las etapas iniciales la intervención del médico puede presentar una mejoría importante en el pronóstico final del paciente, sin embargo, la detección temprana suele ser un desafío significativo, por lo cual se ha intentado mejorar las herramientas diagnósticas que permitan sortear estos obstáculos, dentro de estas se ha postulado la detección del estado de choque por medio de parámetros dinámicos como lo son la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava y la maniobra de elevación pasiva de miembros pélvicos, como un determinante de la hipovolemia y la subsecuente respuesta al manejo con reanimación hídrica. La detección temprana y la correcta implementación de medidas de corrección son habilidades críticas a desarrollar por parte del cirujano de trauma y su equipo multidisciplinario.

La literatura actual presenta una mortalidad del 80% con reanimación única con concentrados eritrocitarios, 70% con reanimación de concentrados eritrocitarios y plasma y un 30% en el manejo con solución Ringer Lactato asociada a hemoderivados<sup>(1)</sup>.

En los casos con choque persistente se han estudiado las alteraciones de la membrana celular con una disfunción de la bomba Na/K ATPasa, así como el secuestro intracelular de líquido circulante en las células musculares, hepatocitos y eritrocitos, se ha demostrado el principio en estudios donde la medición de la pérdida de volumen

circulante no correlaciona con la cantidad de sangrado per se, de la misma manera se ha determinado que estos cambios son reversibles con el uso de una adecuada reanimación.

A pesar de los avances y cambios en el manejo del trauma en los últimos años algunos principios se han mantenido constantes con el paso del tiempo, la obtención de control y protección de la vía áerea previa al colapso circulatorio, el control de una hemorragia puesto que el retraso dentro de la misma conlleva a un aumento de la mortalidad, una reanimación inadecuada aumenta de la misma manera la morbimortalidad, el manejo excesivo de la reanimación hídrica resulta dañino para el organismo; este último principio ha motivado la investigación de medidas dinámicas para la valoración del estado circulatorio del paciente y lograr así una mejor reanimación.

Los pacientes con trauma se suelen organizar de manera clásica en tres grupos con respecto a la respuesta que presentan con la reanimación, como son mencionados a continuación<sup>(1)</sup>.

- a) Respondedores: corrección rápida del estado de choque con la reposición del volumen intravascular, se asocian a una hemorragia ya controlada y la reanimación debe retornar a valores bajos con el retorno de parámetros clínicos normales.
- b) Respondedores transitorios: aquellos pacientes que demuestren una respuesta inicial a líquidos con un deterioro posterior de signos vitales, esta población refleja un sangrado no controlado, en la mayoría de los casos por un sangrado intracavitario que suele ser resuelto por medio de un manejo invasivo.
- c) No respondedores: población que presenta una manifestación persistente de choque a pesar de una reanimación hídrica vigorosa y adecuada, se asocia a sangrados activos de grandes vasos o lesiones de órganos sólidos, estos requieren un manejo quirúrgico con medidas de control vascular de urgencia.

La selección y administración de líquido debe basarse en el grado y tipo de choque, en las comorbilidades y el potencial deletéreo de una reanimación excesiva. El manejo con cristaloides remonta sus orígenes hasta los años 1830 con la introducción de la solución salina, no se han demostrado superioridad clara entre los diferentes tipos de cristaloides,

siendo la solución Ringer-Lactato la que muestra una menor tasa de acidosis y desequilibrio hidroelectrolítico posterior a su administración, en comparación a la solución salina al 0.9%. El Plasma-Lyte considerado como una familia de cristaloides balanceados que presenta una mejor fisiología y balance, con un adecuado efecto de buffer sin embargo su elevado costo ha detenido la generalización de su uso en unidades médicas. El manejo con coloides como la albúmina y los dextranos postulan una mayor permanencia en la circulación sanguínea del líquido empleado, sin embargo no se trata de la panacea de la reanimación secundaria a la ruptura del glucocálix endotelial, lo cual permite la fuga de estas soluciones de alta osmolaridad, el uso de albúmina se asocia a un mayor costo de la atención y un aumento de las reacciones adversas, sin embargo se recomienda en pacientes que ya han requerido una alta cantidad de cristaloides. El uso de plasma presenta una adecuada capacidad como buffer, concediéndole un papel importante en conjunto a otros hemoderivados, este hemoderivado presenta una mejor permanencia intravascular a pesar de las lesiones del endotelio.

La reanimación excesiva se ha asociado con alteraciones en la distribución del oxígeno, sobrecarga pulmonar y estancias prolongadas en la Unidad de Terapia Intensiva, asimismo se ha encontrado una asociación con la ventilación mecánica prolongada, fugas anastomóticas y síndromes compartimentales. La reanimación excesiva ha demostrado exacerbar los componentes de la triada letal: hipotermia, coagulopatía y acidosis, por lo cual su uso debe ser adecuadamente monitorizado y disminuido al lograr una mejoría en la normalización de parámetros vitales. La reanimación no monitorizada se ha asociado a hipovolemia, lesión encefálica secundaria y un empeoramiento de la falla orgánica, lo cual ha recalado la importancia en investigaciones actuales para encontrar un método de monitorización adecuada de la reanimación, siendo las mediciones dinámicas aquellas que han ganado gran importancia para reducir las complicaciones y conllevar a un manejo optimizado de la falla orgánica.

La administración empírica e indiscriminada de fluidos puede resultar en consecuencias adversas como la hipoperfusión persistente o la sobrecarga de volumen, como se ha comentado previamente, ambas consecuencias se asocian con peores resultados clínicos. Por lo tanto la necesidad de crear y optimizar herramientas precisas, seguras y

accesibles para guiar la terapia hídrica ha dirigido la atención al uso de ultrasonido en pie de cama (POCUS) como una modalidad no invasiva para la evaluación hemodinámica<sup>(2,4,22)</sup>.

Uno de los métodos más utilizados es la medición del diámetro de la vena cava inferior y el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IVCCI), que permite inferir de manera indirecta el estado del volumen intravascular. Un IVCCI colapsable o un diámetro reducido de la VCI se ha asociado con hipovolemia, mientras que una vena distendida y no colapsable sugiere sobrecarga de volumen o una presión venosa central elevada<sup>(2,11)</sup>. En pacientes con respiración espontánea un índice de colapsabilidad de la vena cava mayor al 40% correlaciona con hipovolemia, mientras que un valor menor al 15% indica hipervolemia<sup>(2,10)</sup>.

La medición de los diámetros en la vena cava se ha obtenido a través de la ventana de visualización de dos puntos, siendo la más utilizada la ventana subxifoidea y en menor medida la visualización lateral a través de la línea axilar media derecha, ambas mediciones realizándose en un corte sagital. La vista lateral se ha postulado para casos con limitaciones a una vista anterior como la obesidad mórbida, el embarazo, heridas en región epigástrica y la presencia de abundante gas en las asas intestinales<sup>(27)</sup>. En la figura 3 se ejemplifican limitaciones en la medición secundarias a obesidad y presencia de dilatación de asas intestinales por gas.

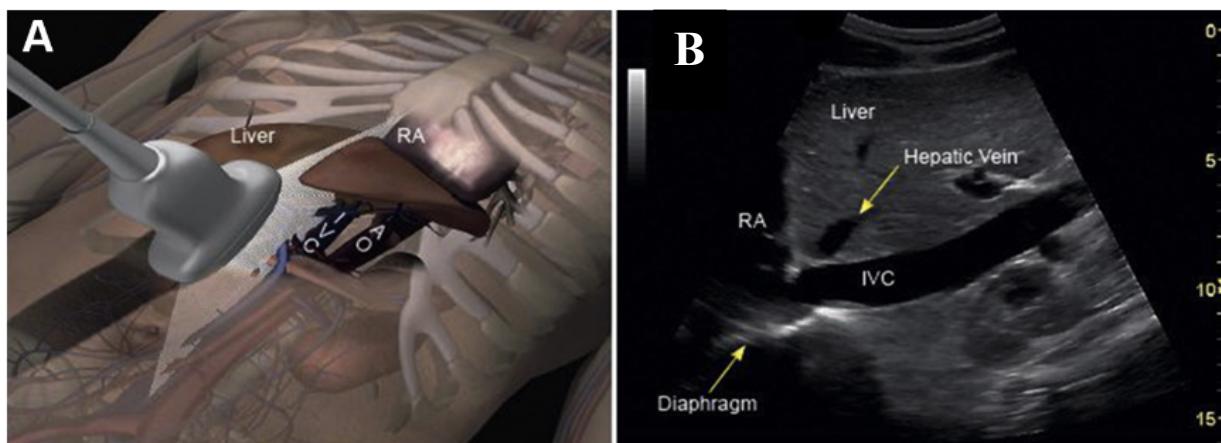
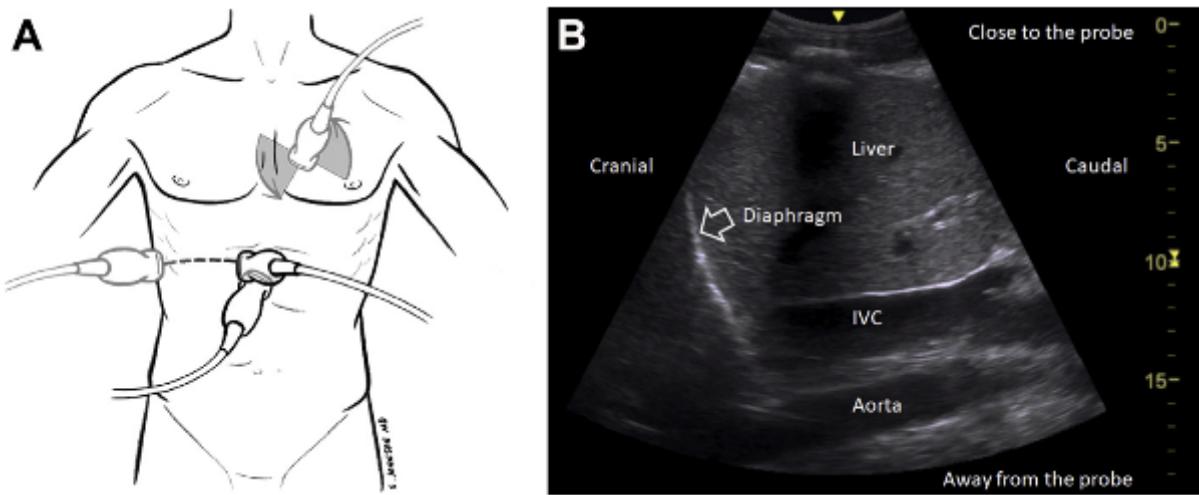


Fig 1. Imagen ilustrativa desde la superficie para la visualización de estructuras en un corte sagital (A) estructuras visualizables en la ventana con énfasis en la localización del inicio de la vena cava

inferior a la conjunción con la aurícula derecha (B), obtenida en Kaptein, M. J., & Kaptein, E. M. (2021). Inferior Vena Cava Collapsibility Index: Clinical Validation and Application for Assessment of Relative Intravascular Volume. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 28(3), 218–226. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2021.02.003>



*Fig 2. Posicionamiento de sonda en posición subxifoidea y lateral, con evaluación adicional paraesternal utilizada en ecocardiografía, imagen ilustrativa (A). Estructuras visualizables en corte sagital sobre la línea media (B), obtenida en Kaptein, M. J., & Kaptein, E. M. (2021). Inferior Vena Cava Collapsibility Index: Clinical Validation and Application for Assessment of Relative Intravascular Volume. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 28(3), 218–226.* <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2021.02.003>



*Fig 3. Imagen representativa de limitantes en la medición del diámetro de la vena cava secundaria a distensión de asas intestinales por presencia de gas intraluminal*

El índice de colapsabilidad de la vena cava se obtiene a través de la siguiente fórmula, la cual requiere la medición de un diámetro máximo y un diámetro mínimo de la vena cava inferior.

$$\text{IVCCI} = \frac{\text{Diametro máximo en espiración} - \text{Diametro mínimo en inspiración}}{\text{Diametro máximo en espiración}} \times 100$$

El diámetro de la Vena Cava Inferior guarda una relación fisiológica con el ciclo respiratorio, existe una relación inversa entre un paciente con ventilación espontánea y aquel con ventilación mecánica secundaria al uso de presión positiva. Durante la inspiración máxima el tórax presenta su mayor presión negativa, lo que genera un desplazamiento sanguíneo al interior de la circulación pulmonar, mientras que durante la espiración máxima se presenta una presión positiva que evita el ingreso de sangre al tórax ocasionando una congestión, con su respectivo aumento del diámetro, de la Vena Cava inferior.

La validez diagnóstica del IVCCI ha sido explorada por diversos estudios sistemáticos, mostrando una sensibilidad y especificidad moderadas, con un valor alrededor del 72 y 75% (3, 11, 21). La alta heterogeneidad encontrada entre los diversos estudios y la falta de una clara estandarización de los mismos ha limitado su confiabilidad clínica. Diversos factores como el tipo de ventilación, el esfuerzo inspiratorio, el sitio de medición de la vena cava inferior y la presencia de comorbilidades como la hipertensión pulmonar, hepatopatías y algunas cardiopatías pueden alterar la interpretación adecuada de los valores (3, 14, 18, 24). Patologías como la insuficiencia cardíaca congestiva, la cirrosis o la enfermedad renal crónica condicionan una alteración en la distribución de los líquidos circulantes y no circulantes dentro del organismo.

Una limitante adicional del uso del IVCCI es su dependencia de la técnica y de la experiencia del operador. La concordancia interobservador ha sido motivo de debate, ya que algunos estudios han reportado una baja concordancia, lo que podría conducir a decisiones clínicas erróneas (12, 15, 20). Sin embargo, un estudio prospectivo realizado en

Australia reportó una adecuada concordancia entre las mediciones efectuadas por personal en capacitación y un médico experto, lo que genera un punto de discusión en torno a la reproducibilidad de la técnica y a la capacidad de adquisición de competencias para la obtención de estas mediciones. Estos hallazgos recalcan la importancia de implementar programas de entrenamiento formal y supervisado para alcanzar una competencia adecuada en el uso del ultrasonido en el punto de atención (POCUS) (12, 20).

Además de la evaluación de parámetros asociados a la vena cava inferior, se han propuesto múltiples técnicas no invasivas para la estimación del gasto cardíaco y para guiar la administración de líquidos. Entre estas técnicas se incluyen el Doppler carotídeo, la pletismografía con descarga vascular (PVUT) y la biorreactancia (5, 6, 13, 19).

La bibliografía disponible actualmente limita la aplicación de estos estudios debido a la falta de estandarización de variables, especialmente cuando se tiene en cuenta pacientes con inestabilidad hemodinámica o uso de ventilación mecánica con presión positiva (6, 13). La ecografía transtorácica (ECOTT) ha demostrado ser un método consistente para la evaluación del estado hemodinámico, no invasivo, con capacidad para la detección de cambios en el volumen sistólico en comparación con la elevación pasiva de piernas (13, 15, 22), sin embargo la realización de este estudio requiere un mayor entrenamiento y especialización al realizar una comparación al IVCCI.

En contraparte a las limitaciones descritas se han postulado algoritmos integrados que combinan la evaluación ultrasonográfica de la Vena Cava Inferior (con uso del índice de colapsabilidad de la vena cava) con hallazgos pulmonares, como es el caso de la presencia de líneas B en la ecografía pulmonar, lo cual sugiere edema intersticial, denotando la sobrecarga e indicando la restricción de líquidos parenterales (2, 22). De esta manera se plantea categorizar a los pacientes en tres grupos, aquellos que responden a líquidos (fluid resuscitation), prueba de volumen (fluid test) o restricción hídrica (fluid restrict), dicho abordaje promueve un enfoque individualizado al caso y guiado por la respuesta fisiológica del paciente.

La evidencia actual, producto de la recolección sistemática en las últimas décadas, nos presenta un cambio de paradigma en el paciente con estado de choque, con una inclinación actual hacia el uso de medidas dinámicas en contraposición a los parámetros

previamente utilizados (estáticos) como la medición de la presión venosa central o una sola observación clínica para guiar la reanimación<sup>(7, 25)</sup>. Se muestra que la mayoría de los individuos no responden de una manera favorable a los bolos intravenosos, e incluso aquellos que inicialmente parecieran tenerlo no mantienen una mejoría clínica sostenida, por ende se propone actualmente limitar la expansión de volumen a pacientes que demuestren un aumento significativo del volumen sistólico tras una prueba dinámica como la maniobra de PLR<sup>(7, 22)</sup>.

En el contexto específico del trauma se ha demostrado por diversos estudios que la ultrasonografía con medidas dinámicas ayuda en la detección temprana de hipovolemia y a la predicción de la recurrencia del estado de choque<sup>(9, 17, 23)</sup>. Se ha demostrado que la medición seriada del diámetro de la Vena Cava Inferior durante las primeras horas de la reanimación tiene una capacidad predictiva para la estimación de los líquidos requeridos en 24 horas<sup>23)</sup>. Se ha propuesto en algunos algoritmos la implementación de estas mediciones en la realización del protocolo FAST, ya que se ha demostrado que no aumenta de manera significativa el tiempo de abordaje en urgencias y la demora de la atención<sup>(17)</sup>.

Aquellos sistemas de puntuación fisiológica en el trauma, como lo son el Trauma Score y su versión revisada (RTS) permiten la cuantificación de la gravedad del trauma y la estimación de un pronóstico, viéndose beneficiadas por la adición de mediciones ultrasonográficas en la toma de decisiones clínicas<sup>(16, 26)</sup>. El uso de estas escalas facilita la estratificación individual del riesgo del paciente, así como la comparación objetiva entre distintos centros de atención y la evaluación de la calidad asistencial; sin embargo, carecen de la capacidad para guiar intervenciones específicas dirigidas al estado hemodinámico del paciente.

La evidencia aquí presentada respalda el uso del ultrasonido como una herramienta complementaria en el abordaje del paciente con traumatismos, con la finalidad de realizar una reanimación hídrica individualizada. No obstante, una de sus principales limitantes es la necesidad de entrenamiento técnico adecuado para disminuir la variabilidad interobservador inherente al ultrasonido. La complejidad del trauma y sus repercusiones sistémicas, aunadas al amplio espectro de presentación clínica, requieren un abordaje

integral y evitan que la toma de decisiones terapéuticas se base exclusivamente en parámetros ultrasonográficos. La efectividad de esta herramienta depende de la adecuada integración del mecanismo del trauma, las características individuales del paciente (edad, género y comorbilidades), una exploración clínica completa, una técnica ultrasonográfica correcta y el uso conjunto de otras herramientas diagnósticas.

En este contexto, la tendencia actual en la práctica médica se orienta hacia un modelo de reanimación individualizado, que aprovecha el uso de parámetros dinámicos con el objetivo de lograr un retorno adecuado a la estabilidad hemodinámica, evitando la sobrecarga de volumen y los efectos deletéreos asociados a una reanimación inapropiada.

## **Justificación.**

El trauma ha acompañado a la civilización humana desde sus orígenes y, en la actualidad, continúa siendo una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial. En México, representa un motivo frecuente de consulta en los servicios de urgencias, con una incidencia estimada entre el 20 y 40 % de acuerdo con datos del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE). Asimismo, en los Estados Unidos constituye la principal causa de muerte en la población entre 1 y 44 años de edad.

Dada la elevada incidencia de la patología traumática y la persistencia de una alta morbitmortalidad en las últimas décadas, se ha impulsado el desarrollo y la investigación de estudios auxiliares para mejorar la atención de esta población. En este contexto, ha surgido un interés particular por las técnicas de valoración dinámica, como la maniobra de elevación pasiva de piernas (*Passive Leg Raising*), el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y las mediciones de fracción de expulsión sistólica mediante ecocardiografía transtorácica. Estas herramientas permiten obtener información útil, en tiempo real, sobre el estado hemodinámico del paciente, a través de métodos no invasivos y libres de radiación.

En las últimas décadas, los avances tecnológicos y el desarrollo de la industria médica han favorecido un mayor acceso a equipos de ultrasonido, convirtiéndolos en una de las herramientas diagnósticas con mayor disponibilidad y menor costo. Esto hace del ultrasonido una modalidad ideal para la valoración de pacientes con inestabilidad hemodinámica en el área de choque.

La finalidad de este estudio es validar la capacidad de los médicos residentes de cirugía general para la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior, mediante la comparación entre las mediciones realizadas por un residente de cuarto año y un médico especialista en radiología.

La validación de esta habilidad por parte del cirujano general abre la posibilidad de brindar una atención más individualizada a pacientes con trauma y otras patologías que afectan la distribución de fluidos corporales, a través de futuros programas de

adiestramiento estructurado. De esta manera, se busca ampliar la gama de habilidades y competencias del cirujano general en esta institución, con un impacto potencial en la calidad de la atención y en los desenlaces clínicos de los pacientes.

### **Pregunta de Investigación.**

¿Cuál es el grado de la concordancia interobservador entre experto y no experto en la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava?

### **Hipótesis.**

Existe un grado de concordancia significativo, mayor al 80%, en la medición del IVCCI en contexto de trauma entre el médico residente de Cirugía General y el médico experto en Radiología.

### **Objetivos.**

- a) Objetivo general
  - a. Evaluación de la concordancia en la medición del Índice de Colapsabilidad de la Vena Cava entre un médico experto en Radiología y el médico residente de Cirugía General.
- b) Objetivo específico
  - a. Medición del Índice de Colapsabilidad de la Vena Cava Inferior por ultrasonido transabdominal
  - b. Calcular el coeficiente de correlación interclase para cuantificar la concordancia entre médico residente y médico especialista en Radiología.

## **Sujetos y Métodos.**

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Hospital Regional de Alta Especialidad Dr. Ignacio Morones Prieto, en conjunto con el Servicio de Radiología Diagnóstica y Terapéutica. Se trata de un estudio observacional analítico, transversal de concordancia interobservador, diseñado como prueba piloto. La población de estudio estuvo conformada por pacientes con edad mayor o igual a 18 años, con ventilación espontánea y estabilidad hemodinámica, con trauma cervical, tórax, abdomen, o extremidades, pudiendo ser en una sola área o múltiple. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Se excluyeron aquellos pacientes con comorbilidades que alteran de manera independiente la distribución del volumen intravascular, tales como enfermedad renal crónica, insuficiencia cardíaca congestiva o cirrosis hepática. Asimismo, se excluyeron pacientes con embarazo, obesidad mórbida y con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico. Los criterios de eliminación incluyeron el retiro del consentimiento informado, defunción dentro de las primeras 24 horas del ingreso o la presentación de paro cardiorrespiratorio durante el seguimiento.

Para la realización del estudio, el trabajo se dividió en dos fases. La primera correspondió a una fase de entrenamiento supervisado por un médico adscrito al Servicio de Radiología Diagnóstica y Terapéutica, con una duración total de 20 horas, realizada entre el 3 y el 21 de noviembre de 2025. Esta fase tuvo como objetivo la adquisición de conocimientos básicos en ultrasonografía, la capacitación en la técnica de medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IVCCI) y la obtención de un coeficiente de correlación intraclase (CCI) basal.

La segunda fase se llevó a cabo durante el mes de diciembre de 2025 e incluyó la medición de un segundo grupo de pacientes sin supervisión directa, con el propósito de comparar los resultados obtenidos y calcular el CCI final del estudio.

La medición ultrasonográfica de los diámetros de la vena cava inferior se realizó utilizando un equipo Esaote MyLab X8 XP, con una sonda convexa iQProbe C 2–9, con una frecuencia de operación entre 2.0 y 9.0 MHz.

## Variables de Estudio

Tabla 1 . Cuadro de variables dependientes en el estudio

<b>Variable Dependiente</b>				
<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Valores posibles</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tipo de variable</b>
Índice de colapsabilidad de la Vena Cava Inferior por parte del experto	Medida ultrasonográfica que indica la capacidad de la VCI para colapsar durante la Inspiración	Colapsabilidad en porcentaje en rango de 0 a 100%	Porcentaje	Variable Cuantitativa Continua
Índice de colapsabilidad de la Vena Cava Inferior por parte del Médico residente	Medida ultrasonográfica que indica la capacidad de la VCI para colapsar durante la inspiración	Colapsabilidad en porcentaje en rango de 0 a 100%	Porcentaje	Variable Cuantitativa Continua

Tabla 2 . Cuadro de variables independientes en el estudio

<b>Variables Independiente</b>				
<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Inclusión de sujetos con una edad a partir de los 18 años</b>	<b>Años</b>	<b>Cuantitativa continua</b>

Tabla 3 . Cuadro de variables confusoras en el estudio

Variables de Control (confusoras)				
Variable	Definición operacional	Valores posibles	Unidades	Tipo de variable
Índice de masa corporal	Medida que relaciona peso y la estatura del cuerpo humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo peso: &lt; 18.5</li> <li>• Peso normal: 18.5 a 24.9</li> <li>• Sobrepeso: 25 a 29.9</li> <li>• Obesidad grado I: 30-34.9</li> <li>• Obesidad grado II: 35 a 39.9</li> <li>• Obesidad grado III: &gt;40</li> </ul>	Kg/m <sup>2</sup>	Cuantitativa Continua

## **Análisis estadístico.**

El estudio se plantea como una prueba piloto, con el objetivo de evaluar la factibilidad operativa y el grado de concordancia interobservador en la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IVCCI). De acuerdo con el diseño del estudio, se considera un tamaño de muestra entre 20 y 40 individuos, lo cual es consistente con las recomendaciones metodológicas internacionales para la validación de técnicas diagnósticas y el entrenamiento en habilidades clínicas.

Al tratarse de una prueba piloto orientada a la validación de la concordancia interobservador, no se considera necesaria la aleatorización de los participantes, ya que todos los sujetos incluidos en el estudio serán evaluados de manera independiente por ambos médicos.

El análisis estadístico tendrá como objetivo principal la evaluación de la concordancia interobservador en la medición del IVCCI entre el médico residente de cirugía general y el médico especialista en radiología.

La estadística descriptiva de las variables cuantitativas, como la edad y el IVCCI, se describirá mediante medias, medianas y rangos intercuartílicos, de acuerdo con su distribución. Las variables cualitativas se expresarán mediante frecuencias y porcentajes. La normalidad de la distribución del IVCCI fue evaluada mediante las pruebas de Shapiro–Wilk y Kolmogorov–Smirnov

Para el análisis de concordancia se empleará el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para comparar las mediciones obtenidas por ambos médicos. La interpretación de los valores del CCI se realizará de acuerdo con la clasificación propuesta por Koo y Li (2016):

- < 0.50: mala concordancia
- 0.50 a 0.75: concordancia moderada
- 0.75 a 0.90: buena concordancia
- 0.90: excelente concordancia

Adicionalmente, se realizará un análisis gráfico mediante una gráfica de dispersión para comparar las mediciones realizadas por ambos operadores, utilizando una línea de regresión con el fin de visualizar la relación entre las mediciones.

## **Ética.**

La presente investigación se alinea con las normas nacionales e internacionales vigentes para la investigación clínica. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012 y las directrices del **Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS)**, el estudio se clasifica como de riesgo mínimo, definido como aquel en el que la probabilidad de daño o malestar es leve y no mayor a la que se presenta durante exámenes de rutina.

No se contravienen los principios éticos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de los Estados Unidos Mexicanos, en su Título Segundo, capítulos 13, 14, 16, 17, 20, 21, 36, 39, 40 y 51, ni aquellos contemplados en la Declaración de Helsinki y sus modificaciones, adoptadas por la **World Medical Association** durante la 75<sup>a</sup> Asamblea Médica Mundial, celebrada en Helsinki, Finlandia, en 2024.

El uso del ultrasonido representa una ventaja en términos de seguridad, al tratarse de una herramienta no invasiva que no implica exposición a radiación ionizante y cuyo empleo es habitual en las unidades hospitalarias. La medición ultrasonográfica de la vena cava inferior y el cálculo del índice de colapsabilidad no requieren un tiempo prolongado de realización, lo que permite mantener la oportunidad en la atención clínica sin añadir riesgos a la integridad física o emocional del paciente.

Durante la realización de la investigación se garantiza la confidencialidad de la información personal de los participantes, asegurando en todo momento el respeto a los principios éticos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia.

El estudio fue revisado y avalado por las instancias correspondientes, contando con registro ante **COFEPRIS** bajo el número 17 CI 24 028 093, así como con la aprobación del Comité de Ética en Investigación del **Hospital Regional de Alta Especialidad Dr. Ignacio Morones Prieto**, con registro CONBIOÉTICA-24-CEI-001-20160427. El proyecto fue dictaminado como aprobado con el número de registro 31-25.

## **Resultados.**

El plan de trabajo se diseñó en dos etapas para la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IVCCI). La primera etapa correspondió a una fase de validación interna, en la cual se seleccionaron 20 voluntarios sin patología asociada, con el objetivo de realizar el análisis de concordancia entre el médico adscrito y el médico residente como parte del proceso de entrenamiento. La segunda etapa consistió en la medición de 23 pacientes con diagnóstico de politraumatismo, con la finalidad de realizar la prueba final de concordancia interobservador y validar externamente las mediciones obtenidas.

Durante la primera etapa, las 20 mediciones realizadas por el médico residente presentaron una media de 27.6 (DE ±19.9), mientras que las mediciones efectuadas por el médico adscrito mostraron una media de 33.5 (DE ±16). En la segunda etapa, las 23 mediciones realizadas por el residente tuvieron una media de 30.6 (DE ±19.5), en tanto que las mediciones del médico adscrito presentaron una media de 30.3 (DE ±16.7).

En la **primera etapa (validación interna)**, el análisis de concordancia interobservador mostró un coeficiente de determinación CCI de 0.83, obtenido a partir de la medición de 20 sujetos voluntarios, con significancia estadística ( $p < 0.01$ ).

En la **segunda etapa (validación externa)**, el análisis de concordancia interobservador evidenció un incremento en la concordancia, con un CCI de 0.96, basado en la medición de 23 pacientes distintos, manteniendo significancia estadística ( $p < 0.01$ ). La distribución de los valores mostró una amplia dispersión, con rangos entre 0.58 y 77.33 % para el adscrito y entre 0 y 74.05 % para el residente.

La normalidad de la distribución del IVCCI fue evaluada mediante las pruebas de Shapiro–Wilk y Kolmogorov–Smirnov, observándose una distribución no normal, probablemente relacionada con la heterogeneidad clínica de la muestra y la presencia de valores extremos. Por ello, el IVCCI fue analizado como una variable cuantitativa continua con distribución no paramétrica, complementándose su descripción con medidas de tendencia central y dispersión. La similitud entre las medias obtenidas por ambos observadores sugiere una adecuada concordancia global, posteriormente confirmada mediante el análisis de concordancia interobservador.

No. Pacientes	Género	Edad	IMC	Comorbilidades	Diagnóstico	Desenlace
1	M	31	27.4	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
2	M	29	27.76	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE TORAX	OBSERVACION
3	M	29	29.38	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	QUIROFANO
4	M	27	26.83	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
5	F	28	25.11	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE TORAX	OBSERVACION
6	M	28	27.76	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
7	M	30	26.2	NINGUNA	TRAUMA CERRADO TORAX/ABDOMEN	HOSPITALIZACIÓN
8	F	33	23.19	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
9	M	27	30.76	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE TORAX	OBSERVACION
10	M	35	35.15	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
11	F	39	24.17	HTA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
12	F	45	22.49	HTA	TRAUMA CONTUSO DE EXTREMIDAD INFERIOR	QUIROFANO
13	M	25	25.21	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
14	F	25	18.75	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
15	F	24	23.05	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
16	F	36	23.94	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
17	M	45	27.68	DM2	TRAUMA CERRADO DE TORAX	OBSERVACION
18	F	37	23.81	NINGUNA	TRAUMA PENETRANTE DE TORAX	HOSPITALIZACIÓN
19	F	30	22.66	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
20	M	31	28.26	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
21	F	34	26.35	NINGUNA	TRAUMA EXTREMIDAD INFERIOR	OBSERVACION
22	M	41	19.15	NINGUNA	TRAUMA CERRADO DE ABDOMEN	OBSERVACION
23	F	52	21.88	NINGUNA	TRAUMA CONTUSO EXTREMIDAD SUPERIOR	OBSERVACION

Tabla 4. Datos Demográficos.

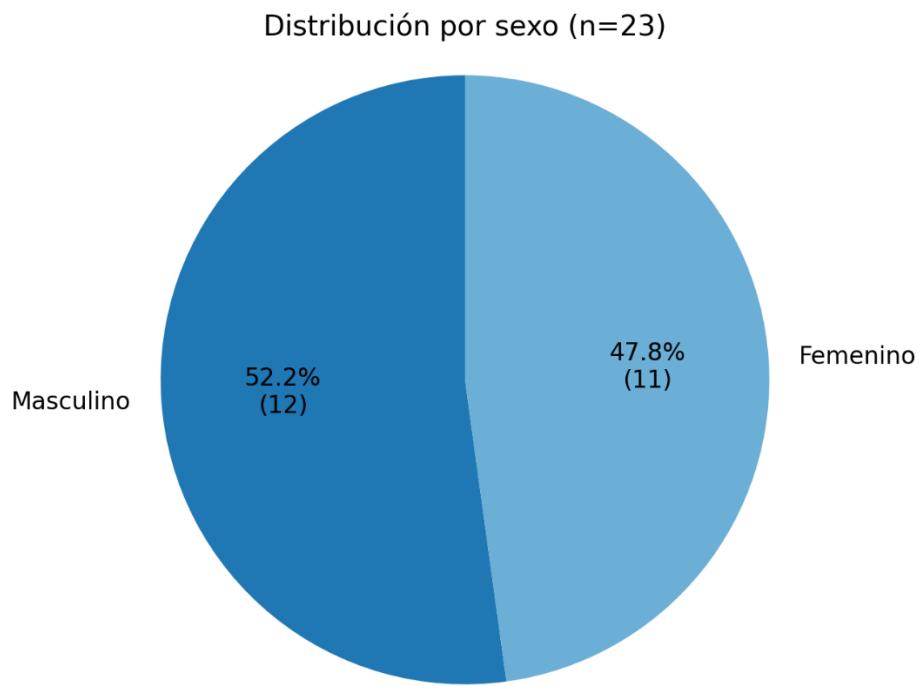


Fig 4. Distribución porcentual por género.

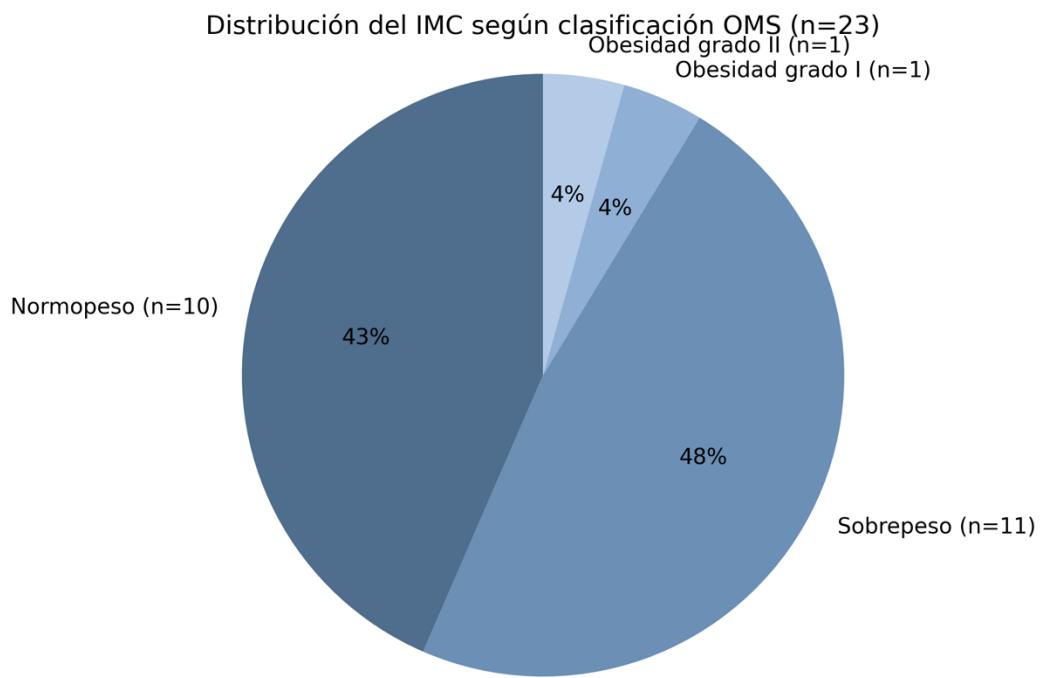


Fig 5. Distribución porcentual de acuerdo a IMC.

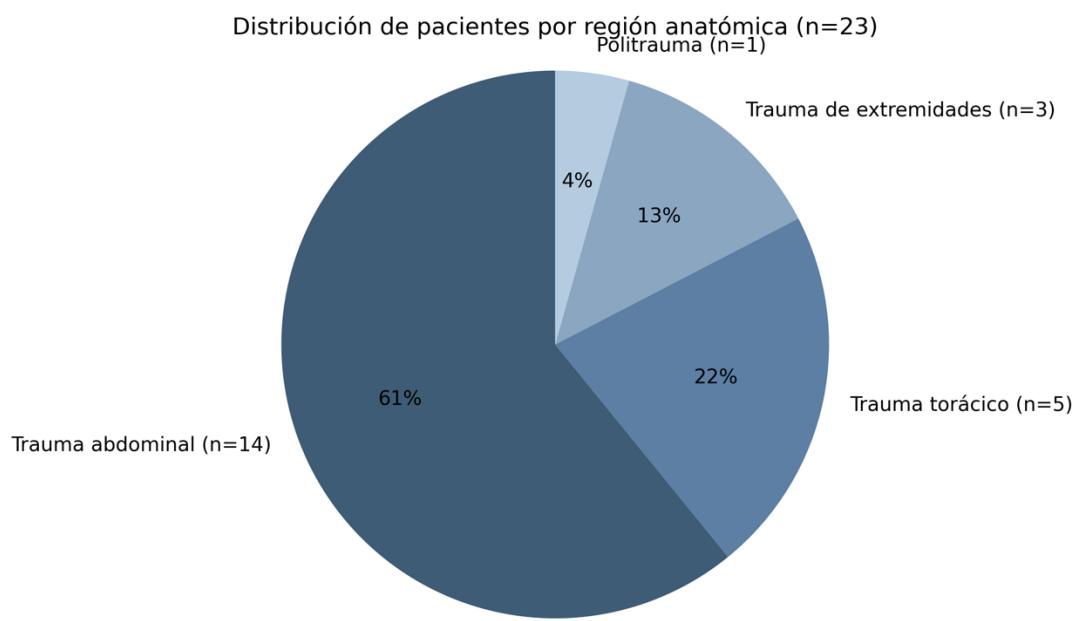


Fig 6. Distribución porcentual por región anatómica de trauma.

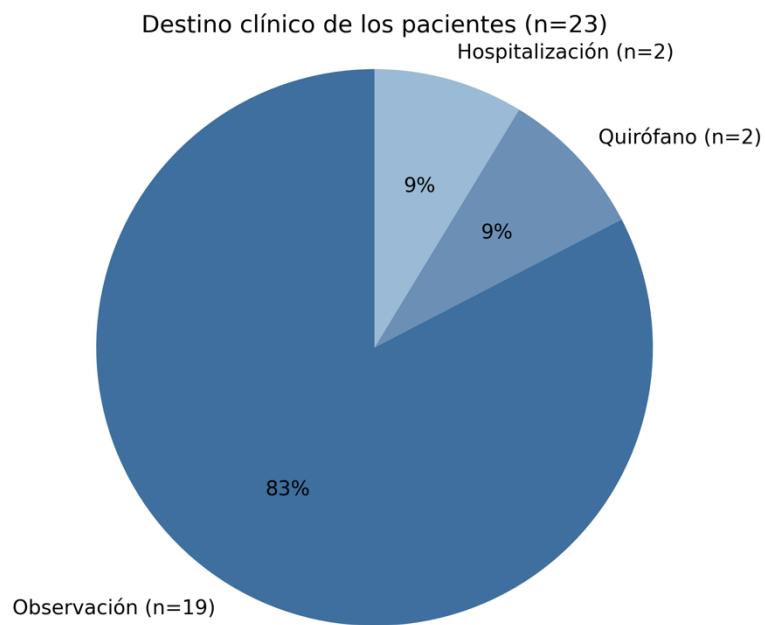


Fig 7. Distribución porcentual de acuerdo a manejo requerido.

Tabla 5. Mediciones en fase de entrenamiento, validación interna.

No. Paciente	MEDICIÓN IVCCI ADSCRITO	MEDICIÓN IVCCI RESIDENTE
1	9.31	15.52
2	35.5	27.86
3	36.85	16.17
4	7.52	7.27
5	6.54	6.8
6	14.22	16.03
7	41.76	30.53
8	75.69	64.31
9	55.3	39.53
10	58.42	64.88
11	37.12	50.06
12	39.62	25.48
13	23.31	30.13
14	9.13	13.92
15	36.7	35.48
16	32.31	49.17
17	42.37	33.62
18	35.38	31.75
19	34.6	25.2
20	32.1	24.3
MEDIAS (DE)	33.5 (16)	27.6 (19.9)

*En la tabla se muestran las mediciones obtenidas a través de ultrasonografía del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior en el periodo de entrenamiento.*

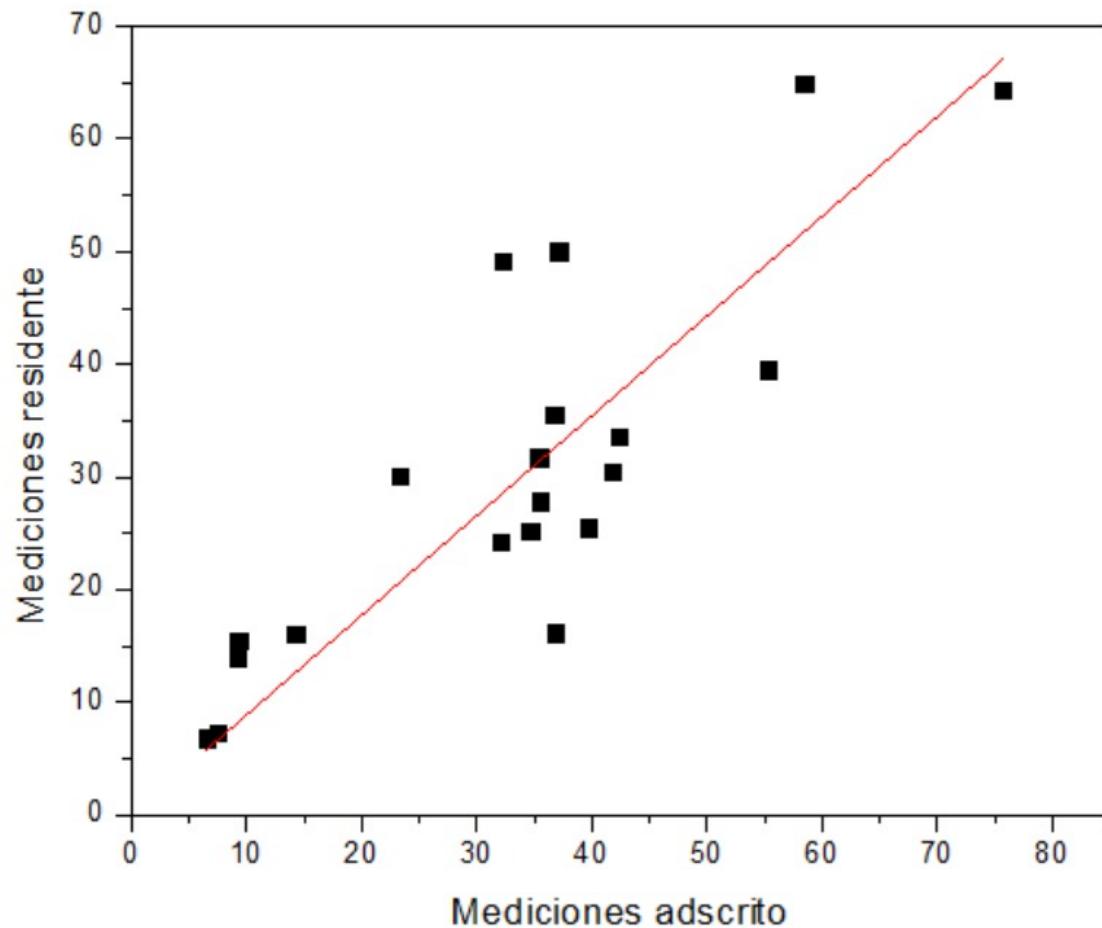


Fig 8. Gráfica de dispersión, para representación de valores medidos del índice de colapsabilidad de la vena cava durante la primera fase para validación interna, se denota una agrupación mayor de los valores dentro de valores inferiores, con aumento en la dispersión de datos en rangos intermedios, con un valor de concordancia de 0.83, con un  $p < 0.01$ .

Tabla 6. Mediciones en la segunda fase, validación externa.

No. Paciente	MEDICIÓN IVCCI ADSCRITO	MEDICIÓN IVCCI RESIDENTE
1	6.12	12.5
2	21.28	0
3	0.58	4.42
4	34.87	36.13
5	42.19	31.52
6	1.09	11.41
7	1.32	13.73
8	17.03	0
9	12.43	0.65
10	23.73	4.71
11	47.75	35.78
12	77.33	74.05
13	7.25	14.08
14	55.69	54.91
15	57.06	59.78
16	23.91	50.32
17	54.97	24.26
18	42.38	4.24
19	18.26	0
20	39.88	33.52
21	30.29	34.33
22	45.45	39.29
23	37.82	32.94
MEDIAS (DE)	30.3 (16.7)	30.6 (19.5)

*En la tabla se muestran las mediciones obtenidas a través de ultrasonografía del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior en el periodo de valoración.*

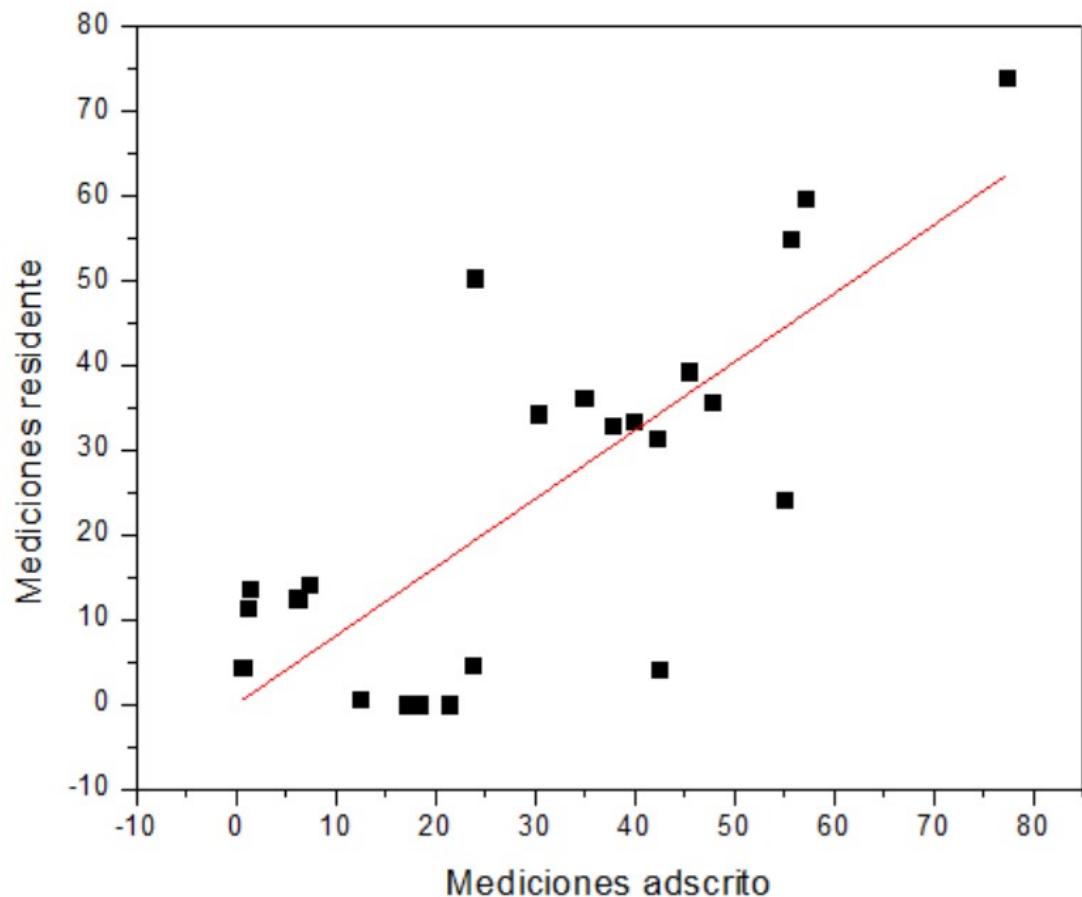
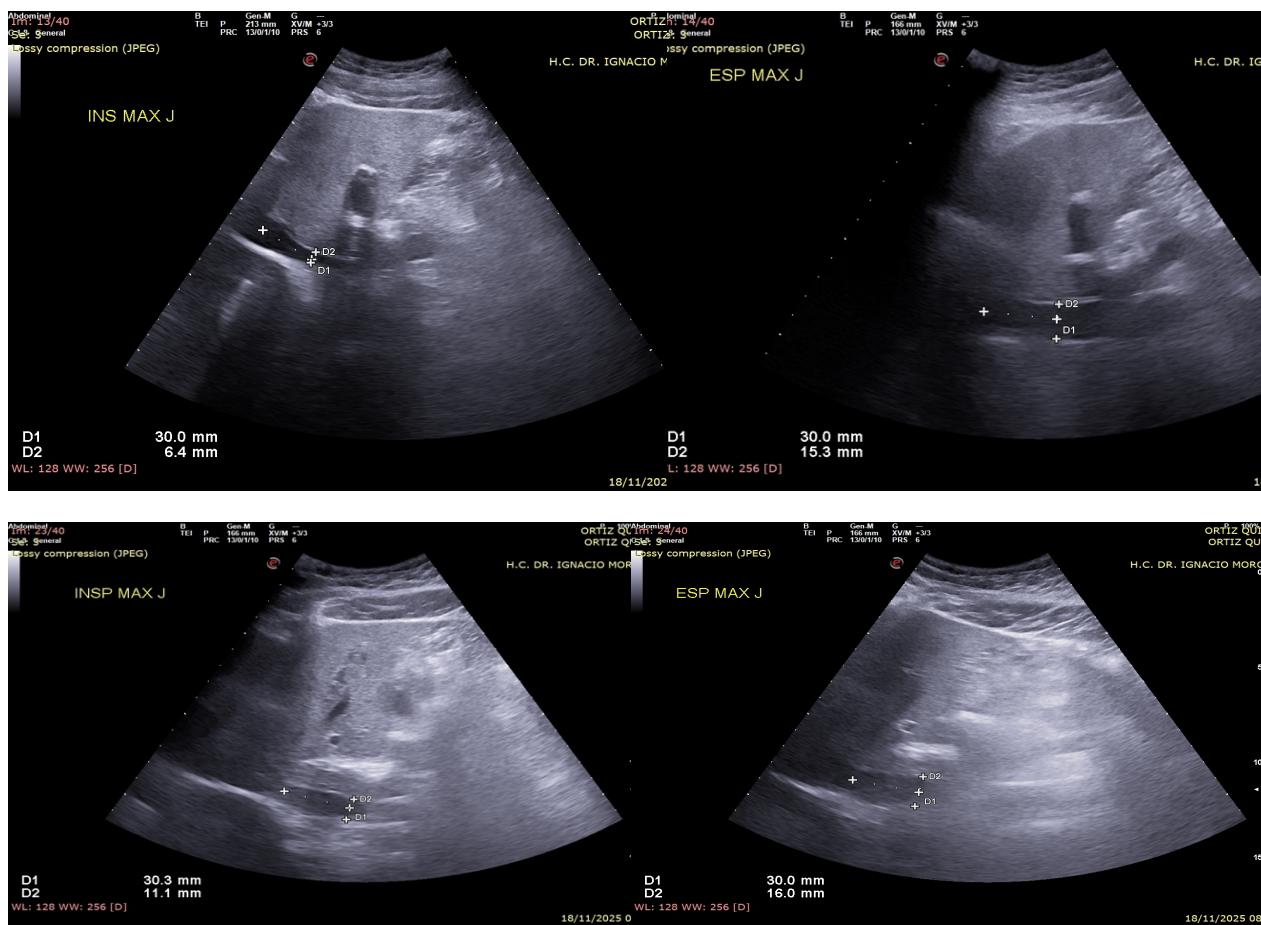
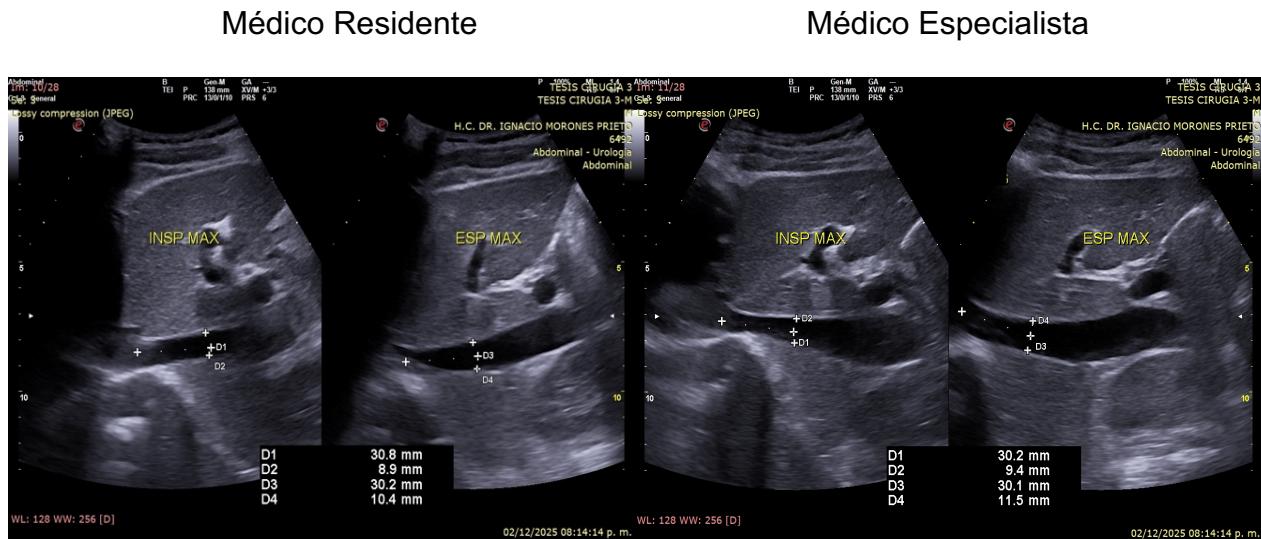
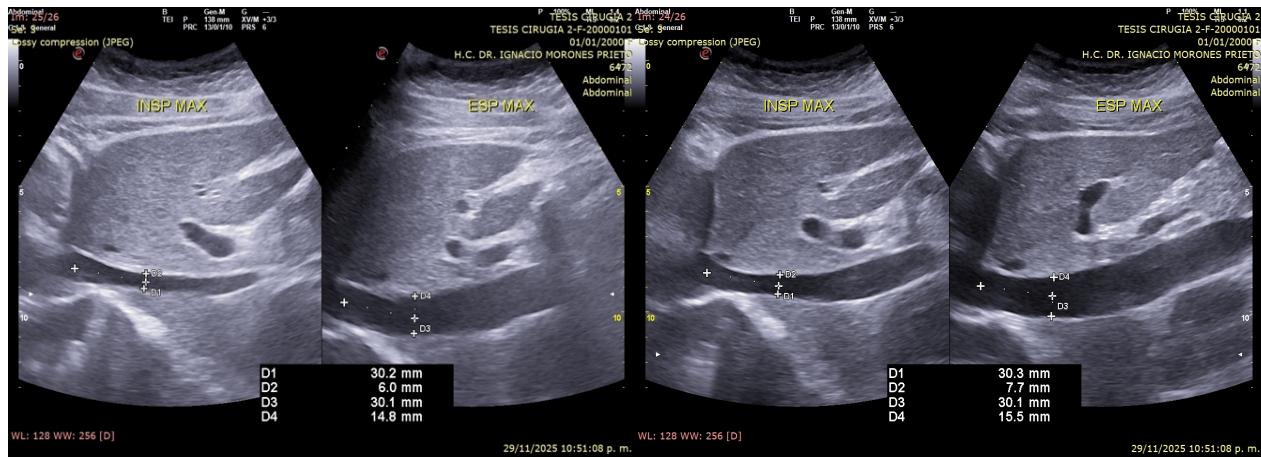


Fig 9. Gráfica de dispersión, para representación de valores medidos del índice de colapsabilidad de la vena cava durante la segunda fase para validación externa la cual presenta una pendiente positiva con una adecuada concordancia a pesar de la variabilidad en las mediciones, con un valor de concordancia de 0.96, con un  $p < 0.01$ .



*Fig 10. Imágenes representativas de la primera fase, donde se ejemplifica el proceso inicial de entrenamiento del médico residente, en las que destaca una falta de claridad en las imágenes, siendo incluso poco visible el punto de inicio de la vena cava al término de la auricula derecha, asímismo se observa artefacto distal secundario a la presencia de gas en asas intestinales*



**Fig 11.** Imágenes representativas de la segunda fase, es posible apreciar en las imágenes mostradas una mejoría en la técnica del médico residente, siendo de una calidad equiparable a la del médico especialista, destaca una mejoría en la claridad y una mayor precisión para la identificación del punto de inicio de la vena cava inferior

## **Discusión.**

El protocolo POCUS se ha consolidado en los últimos años como una herramienta accesible que permite de manera dinámica la valoración del estado hemodinámico del paciente, siendo de especial importancia en áreas de cuidado crítico donde el retraso de la toma de decisiones conlleva a un aumento significativo de la morbimortalidad <sup>(1)</sup>.

La medición del diámetro de la vena cava con relación al ciclo respiratorio y el posterior cálculo del IVCCI ha sido ampliamente utilizado para la medición indirecta de la volemia circulante, mostrando resultados equivalentes a la medición de la PVC por catéter, sin la necesidad de un acceso venoso central invasivo. Se han postulado limitaciones relacionadas con el operador y la falta de estandarización para la medición de los diámetros en la vena cava <sup>(4, 22)</sup>.

En nuestro estudio se ha realizado la medición del IVCCI por parte del médico especialista y el residente en formación, logrando una alta concordancia interobservador, con una primera fase de entrenamiento, en la cual se ha obtenido un CCI de 0.83, y una segunda fase de aplicación con una ICC de 0.96, siendo estadísticamente significativas con una  $p < 0.01$ . El análisis del estudio sugiere que al realizar una estandarización de la técnica y la implementación de una capacitación en el uso del equipo es posible que el médico residente en formación logre la adquisición de la habilidad en esta técnica a un punto de precisión cercano al médico experto.

La incorporación de la fase de entrenamiento en este estudio pretende reducir la variabilidad del POCUS y convertirlo en una competencia clínica estandarizable para lograr resultados clínicos más significativos. La mejoría en la precisión de las mediciones entre ambas fases del estudio son compatibles con lo descrito en la bibliografía actual de la curva de aprendizaje necesaria para estos estudios, siendo estimada en alrededor de 20 a 50 estudios <sup>(4)</sup>. El entrenamiento estandarizado bajo supervisión del médico especialista logró una disminución en la dispersión de los datos en la segunda fase.

Los resultados de nuestro estudio contrastan contra estudios previos que reportan una baja correlación interobservador<sup>(12)</sup>. Dichos resultados pueden ser explicables a través del periodo de entrenamiento supervisado por un médico experto en el uso de ultrasonografía. Siendo la falta de un sitio de medición estandarizado y la respiración espontánea no guiada importantes generadoras de una variabilidad en las mediciones de la vena cava entre observadores<sup>(12)</sup>.

El grado de utilidad del IVCCI para la estimación de la respuesta a líquidos cuenta con resultados mixtos en la bibliografía actual, siendo mejorado su desempeño para reanimación hídrica cuando se complementa con ultrasonografía pulmonar para visualización de líneas A y B<sup>(2, 22)</sup>. Una importante área de oportunidad en la investigación de estos parámetros dinámicos radica en la implementación de un protocolo estandarizado de medición posterior a un periodo de entrenamiento supervisado.

El presente estudio no evalúa de momento la capacidad del IVCCI para determinar la respuesta a líquidos parenterales, sino que se trata de un estudio piloto para la validación de la concordancia interobservador, los resultados de nuestro estudio sugieren una adecuada capacidad de aprendizaje para la realización de la medición del IVCCI a través de un entrenamiento supervisado.

La medición ultrasonográfica de la vena cava inferior se ve influenciada por múltiples factores, entre ellos el sitio anatómico de medición (ventana epigástrica o línea axilar media derecha), la distancia respecto a la aurícula derecha, siendo de 3 a 4 cm la más aceptada en la literatura, y el tipo de respiración (espontánea o guiada)<sup>(14)</sup>. La respiración no guiada se ha asociado con variaciones significativas en los diámetros de la vena cava, lo que disminuye la consistencia de las mediciones<sup>(13, 19)</sup>. Por esta razón, en el presente estudio se optó por un ciclo respiratorio guiado por el operador, logrando mediciones intraobservador más consistentes.

Finalmente, al tratarse de un estudio de validación de concordancia, se excluyeron pacientes con comorbilidades que alteran de forma significativa la fisiología normal de

circulación y distribución de líquidos, límitando la aplicación clínica precisa en el contexto clínico. Futuras investigaciones deberán evaluar el desempeño del IVCCI en escenarios clínicos más complejos y con mayor diversidad de pacientes<sup>(14, 22)</sup>.

## **Limitaciones y nuevas perspectivas de investigación.**

El presente estudio abre las puertas a futuras líneas de investigación en áreas de interés para el cirujano general, mostrando una buena concordancia con un CCI de 0.96 en la segunda fase del estudio. Dichas líneas de investigación orientadas al manejo de reanimación hídrica del paciente pueden ser aplicables en el contexto de pacientes con traumatismo y choque hipovolémico, con la finalidad de orientar de una manera individualizada la reanimación del paciente.

Como se ha descrito previamente los estudios de validez para la toma del índice de colapsabilidad de la vena cava existe una variabilidad interobservador a tomar en cuenta al momento de la interpretación en la toma de decisiones, en nuestro estudio se logró obtener una buena concordancia de acuerdo a la clasificación de Koo y Li (2016), sentando un precedente de reproducibilidad de la técnica estudiada a través de un entrenamiento con personal capacitado.

Estas mediciones aportan la capacidad de evaluar el estado hemodinámico del paciente a lo largo del tiempo, pudiendo realizarse de manera seriada durante el proceso de reanimación del paciente, con un mínimo de incomodidad para el mismo.

Dentro de las limitantes del estudio consideramos necesario realizar estudios adicionales para la validación en el paciente con ventilación mecánica asistida, puesto que la fisiología y el comportamiento de la vena cava inferior se ve modificado bajo estas condiciones, a partir de los resultados obtenidos, se espera que esta línea de investigación proporcione la base sobre la cual se puedan desarrollar nuevos estudios.

La presencia de comorbilidades previamente descritas (ERC, Insuficiencia cardíaca congestiva y Cirrosis) disminuye el rendimiento de la prueba al alterar la fisiología normal limitando el uso clínico en estos pacientes.

Otros factores que dificultan la realización adecuada de la ultrasonografía incluyen la obesidad mórbida y la presencia de asas intestinales dilatadas con gas, condiciones que limitan la obtención de mediciones confiables y que, en muchos casos, requieren mayor experiencia por parte del médico operador.

En escenarios de trauma la bibliografía respalda la medición seriada de la VCI para la detección de hipovolemia subclínica o repleción subóptima del volumen circulante. Estudios en pacientes con choque hemorrágico han sugerido una posible asociación entre la recurrencia del choque posterior a la normalización inicial de los signos vitales y la persistencia de hipovolemia no detectada. De igual forma, otras investigaciones han postulado la capacidad de estas mediciones para predecir los requerimientos de líquidos en las primeras 24 horas, lo que abre la posibilidad de implementar protocolos de evaluación dinámica en nuestra unidad.

## **Conclusiones.**

En el presente estudio se demostró una adecuada concordancia interobservador en la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IVCCI) entre ambos operadores, lo que respalda la reproducibilidad confiable de esta técnica. Estos hallazgos indican que, mediante un entrenamiento adecuado, el cirujano general puede adquirir la habilidad para utilizar una herramienta ecográfica no invasiva y confiable en la evaluación hemodinámica.

Durante la etapa interna de validación, orientada al entrenamiento del residente, se observó una buena concordancia interobservador, con un coeficiente de correlación intraclass (CCI) elevado y estadísticamente significativo. Esto sugiere que incluso en fases tempranas del aprendizaje el IVCCI puede medirse de manera consistente entre distintos operadores. En la segunda etapa del estudio se evidenció un incremento significativo de la concordancia interobservador, alcanzando valores altos de correlación, lo que refleja una mejora en la precisión del residente tras un proceso de entrenamiento guiado por un médico experto y se traduce en una mayor homogeneidad de las mediciones obtenidas.

La disminución en la dispersión de las mediciones realizadas por ambos operadores demuestra la ausencia de sesgo sistemático y apoya que la medición del IVCCI puede ser estandarizada para su aprendizaje y aplicación clínica. Esta herramienta representa un recurso de utilidad para el cirujano general en distintos contextos clínicos, como el trauma, las enfermedades asociadas a disminución de la volemia circulante y el manejo del paciente crítico, con el objetivo de mejorar la calidad de la atención en nuestra unidad médica.

En conjunto, los datos analizados sugieren que la medición del IVCCI es una técnica reproducible que, a pesar de ser operador-dependiente, es susceptible de ser aprendida de forma adecuada por el cirujano general mediante una curva de aprendizaje estructurada. La capacitación en ultrasonido en el punto de atención (POCUS) puede

optimizarse al priorizar la correcta adquisición e interpretación de las imágenes. A través de este estudio, se busca fomentar la implementación de programas formativos estandarizados para el uso del ultrasonido por parte del cirujano general, consolidándolo como una herramienta de apoyo fundamental para la evaluación hemodinámica del paciente, especialmente en áreas de cuidado crítico.

## Bibliografía.

1. Mattox KL, Moore EE, Feliciano DV. *Trauma*. 9th ed. New York: McGraw Hill Education; 2021.
2. Orso D, Paoli I, Piani T, Cilenti FL, Cristiani L, Gamberini L, et al. Development of a Fluid Resuscitation Protocol Using Inferior Vena Cava and Lung Ultrasound. *J Ultrasound Med*. 2022;41(2):361–70.
3. Long E, Oakley E, Duke T, Babl FE. Accuracy of Ultrasonographic Measurements of Inferior Vena Cava to Determine Fluid Responsiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Intensive Care Med*. 2017;43(3):280–91.
4. Beaulieu Y, Marik PE. Bedside Ultrasonography in the ICU: Part 1. *Chest*. 2005;128(2):881–95.
5. Menzies D, Hudson J, Riedel B, Bulmer AC, Drosdowech D, Taylor D, et al. Emergency Department Non-Invasive Cardiac Output Study (EDNICO): A Feasibility and Repeatability Study. *Acad Emerg Med*. 2020;27(7):593–602.
6. Menzies D, Hudson J, Riedel B, Bulmer AC, Drosdowech D, Taylor D, et al. Emergency Department Non-Invasive Cardiac Output Study (EDNICO): An Accuracy Study. *Acad Emerg Med*. 2021;28(1):37–47.
7. Marik PE. Fluid Responsiveness and the Six Guiding Principles of Fluid Resuscitation. *Crit Care Med*. 2016;44(10):1920–2.
8. Guyette FX, Pitt RM, Rogers J, Doshi AA, McCauley M, Galvagno SM Jr. Hypovolemic Shock: Physiology, Clinical Presentation, and Prehospital Management. *J Trauma Acute Care Surg*. 2019;87(5S Suppl 1):S14–S21.
9. Seo H, Oh BJ, Yoon SH, Jung SK, Kim MJ, Jeon YH. Hypovolemic Shock Evaluated by Sonographic Measurement of the Inferior Vena Cava During Resuscitation in Trauma Patients. *Am J Emerg Med*. 2016;34(5):919–23.
10. Airapetian N, Maizel J, Alyamani O, Mahjoub Y, Lorne E, Levrard M, et al. Does Inferior Vena Cava Diameter Predict Fluid Responsiveness in Critically Ill Patients? *Crit Care*. 2015;19:132.

11. Fields JM, Dean AJ, Ku BS, et al. Inferior Vena Cava Collapsibility Index: Clinical Validation and Application for Assessment of Relative Intravascular Volume. *J Emerg Med.* 2011;40(6):617–24.
12. Juhl D, Franke D, Mohnke R, et al. Interrater Agreement Between Expert and Novice in Measuring Inferior Vena Cava Diameter and Collapsibility Index. *Ultrasound Int Open.* 2020;6(1):E1–E6.
13. Patel BK, Estensen K, Soni NJ, et al. Investigating the Ability of Non-Invasive Measures of Cardiac Output to Detect a Reduction in Blood Volume Resulting from Venesection in Spontaneously Breathing Subjects. *J Clin Monit Comput.* 2020;34(5):1097–106.
14. Caplan M, Durand A, Bortolotti P, et al. Measurement Site of Inferior Vena Cava Diameter Affects the Accuracy with which Fluid Responsiveness Can Be Predicted in Spontaneously Breathing Patients. *Intensive Care Med.* 2020;46(1):60–8.
15. Manasia AR, Nagaraj HM, Koenig SJ, et al. Observational Study in Healthy Volunteers to Define Interobserver Reliability of Ultrasound Hemodynamic Monitoring Techniques Performed by Trainee Doctors. *J Clin Anesth.* 2021;69:110174.
16. Rapsang AG, Shyam DC. Scoring Systems of Severity in Patients with Multiple Trauma. *J Emerg Trauma Shock.* 2014;7(4):299–310.
17. Sefidbakht S, Nikpouraghdam M, Hashemi B, et al. Sonographic Measurement of the Inferior Vena Cava as a Predictor of Shock in Trauma Patients. *Emerg Radiol.* 2018;25(4):361–6.
18. Maheshwari K, et al. Sonographic Measurement of the IVC Diameter as an Indicator for Fluid Resuscitation: Beware of the Intra-abdominal Pressure. *Crit Care.* 2021;25:109.
19. MacDonald DJ, et al. The Assessment of Circulating Volume Using Inferior Vena Cava Collapse Index and Carotid Doppler Velocity Time Integral in Healthy Volunteers: A Pilot Study. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2020;40(4):243–50.
20. Hall MK, et al. The Association Between Operator Confidence and Accuracy of Ultrasonography Performed by Novice Emergency Physicians. *Acad Emerg Med.* 2018;25(4):442–5.

21. Stawicki SP, et al. The Efficacy of Sonographic Measurement of Inferior Vena Cava Diameter as an Estimate of Central Venous Pressure: A Systematic Review. *J Intensive Care Med.* 2014;29(4):223–9.
22. Via G, Storti E, Gulati G, et al. Point-of-Care Ultrasound for Volume Assessment in Critically Ill Patients. *Cardiovasc Ultrasound.* 2016;14:33.
23. Montorfano L, et al. Ultrasonographic IVC Diameter Response to Trauma Resuscitation After One Hour Predicts 24-Hour Fluid Requirement. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018;85(3):392–9.
24. Zhang J, Critchley LAH, et al. Ultrasonography of Inferior Vena Cava to Determine Central Venous Pressure: A Meta-analysis and Meta-regression. *Am J Emerg Med.* 2020;38(9):1795– 802.
25. Guinot PG, et al. Volume Expansion in the First 4 Days of Shock: A Prospective Multicenter Study in 19 French Intensive Care Units. *Crit Care.* 2015;19:103.
26. Champion HR, Sacco WJ, et al. Scoring Systems of Severity in Patients with Multiple Trauma. *Crit Care Clin.* 1996;12(1):1–21.
27. Kaptein, M. J., & Kaptein, E. M. (2021). Inferior Vena Cava Collapsibility Index: Clinical Validation and Application for Assessment of Relative Intravascular Volume. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 28(3), 218–226.  
<https://doi.org/10.1053/j.ackd.2021.02.003>

## Anexos.



25 de junio de 2025

**Dr. Mario Aurelio Martínez Jiménez**  
Investigador principal

Por este medio se le comunica que su protocolo de investigación titulado:

**Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización de Índice de colapsabilidad de la vena cava**

fue evaluado por el Comité de Investigación, con Registro en COFEPRIS 17 CI 24 028 093 y fue dictaminado como:

### APROBADO

De acuerdo a los estatutos por parte del Comité de Investigación de nuestro hospital, se autoriza la vigencia de ejecución de este protocolo por 365 días naturales a partir de la fecha de emisión de este oficio de dictamen.

Por lo que se dará seguimiento a cada etapa del desarrollo del proyecto de investigación hasta su difusión de los resultados.

Atentamente



c.c.p. Archivo



**2025**  
Año de  
La Mujer  
Indígena

Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx

*Anexo 1. Carta de Autorización del Comité de Investigación*



25 de junio de 2025

**Dr. Mario Aurelio Martínez Jiménez**  
Investigador principal

Por este conducto se le comunica que el protocolo de investigación titulado: **Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización de Índice de colapsabilidad de la vena cava**, fue evaluado por el Comité de Ética en Investigación de esta Institución, con registro CONBIOETICA-24-CEI-001-20160427. El dictamen para este protocolo fue el siguiente:

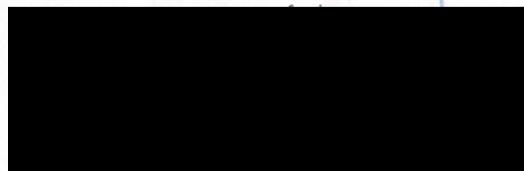
**APROBADO**

El Comité de Ética en Investigación autoriza la vigencia de ejecución de este protocolo por 365 días naturales a partir de la fecha de emisión de este oficio de dictamen.

El investigador principal deberá comunicar a este Comité la fecha de inicio y término del proyecto, y presentar el informe final correspondiente. Asimismo, el Comité de Ética e Investigación podrá solicitar información al investigador principal referente al avance del protocolo en el momento que considere pertinente.



Atentamente,



c.c.p. Archivo



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx

---

**Anexo 2. Carta de Autorización Comité de Ética en Investigación**



25 de junio de 2025

ASUNTO: Registro de protocolo de investigación.

DR. MARIO AURELIO MARTÍNEZ JIMÉNEZ  
INVESTIGADOR PRINCIPAL  
EDIFICIO

Por este medio se le comunica que su protocolo de investigación titulado: **Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización de índice de colapsabilidad de la vena cava**, fue evaluado por el Comité de Investigación, con Registro en COFEPRIS 17 CI 24 028 093, así como por el Comité de Ética en Investigación de esta Institución con Registro CONBIOETICA-24-CEI-001-20160427, y fue dictaminado como:

**APROBADO**

El número de registro es **31-25**, el cual deberá agregar a la documentación subsecuente, que presente a ambos comités.

La vigencia de ejecución de este protocolo es por 1 año a partir de la fecha de emisión de este oficio, de igual forma pido sea tan amable de comunicar a los Comités de Investigación y de Ética en Investigación: la fecha de inicio de su proyecto, la evolución y el informe técnico final.

\*Se le recuerda que todos los pacientes que participen en el estudio deben firmar la versión sellada del formato de consentimiento informado. En el caso de revisión de expedientes deberá presentar una copia de este oficio en el archivo clínico de acuerdo con el horario y reglamento de dicho servicio.

ATENTAMENTE  
EL SUBDIRECTOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD



c.c.p. Archivo.

JALS  




Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx

*Anexo 3. Carta de la Subdirección de Educación e Investigación en Salud*



#### ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA CON INTERVENCIÓN DE RIESGO MÍNIMO

#### DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PACIENTE HOSPITAL CENTRAL "DR. IGNACIO MORONES PRIETO" DIVISIÓN DE CIRUGÍA

#### PACIENTE ADULTO

#### TÍTULO DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN



Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización de Índice de colapsabilidad de la vena cava

Nº REGISTRO DEL PROTOCOLO AUTORIZADO ANTE EL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN	PERÍODO DE EJECUCIÓN DEL PROTOCOLO AUTORIZADO
31-25	25 jun 2025 - 25 jun 2026
INVESTIGADOR PRINCIPAL	ADSCRIPCIÓN DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL
Dr. Mario Aurelio Martínez Jiménez	Departamento de Cirugía General División de Cirugía Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto"
CO-INVESTIGADOR	ADSCRIPCIÓN DEL CO-INVESTIGADOR
Dr. Juan Carlos Alvarado De Alba	Departamento de Cirugía General Facultad de Medicina Universidad Autónoma de San Luis Potosí

FECHA DE LA PRESENTACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO	
Nº DE IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE	



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx

#### Anexo 4. Consentimiento Informado



#### Objetivos y justificación del estudio.

El Departamento Cirugía General de la División de Cirugía del Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto está realizando una investigación con el objetivo de comparar que tanto concuerda la medición por ultra sonido de la Vena Cava inferior entre médico experto y el médico residente de Cirugía General, con el objetivo de sentar precedentes en futuras investigaciones que buscan mejorar la capacidad para la detección del choque hipovolémico (incapacidad del cuerpo para repartir oxígeno y nutrientes por el cuerpo, debido a perdidas de sangre) y su manejo con reanimación hídrica (manejo que busca reponer esa cantidad de líquido circulante).

#### Selección de participantes para el estudio de investigación.

Su médico le ha explicado con detalle en qué consiste su condición de salud y la importancia de realizar mediciones por ultrasonido de las medidas de diámetro máximo y mínimo de la Vena Cava Inferior para realizar el cálculo del Índice de Colapsabilidad de la Vena Cava (medición que muestra que tanto cambia el grosor de la Vena en el ciclo de la respiración) como parte del abordaje del choque hipovolémico, se trata de una prueba que busca sentar precedente de la capacidad del personal para realizar futuros estudios orientados a mejorar la atención médica de pacientes con trauma. Para realizar este estudio se incluirán de 20 a 40 pacientes, durante un periodo a partir del 01 de Noviembre de 2025, se realizará en el servicio de urgencias por parte de médicos del servicio de Cirugía General del Hospital Regional de Alta Especialidad "Dr. Ignacio Morones Prieto". Los pacientes seleccionados serán evaluados a través del uso de una máquina de ultrasonido por el médico experto en Radiología y el residente de Cirugía General.

#### Participación voluntaria o retiro del estudio.

Usted ha sido invitado a participar debido a las características de su condición médica, es decir, de las molestias, resultados de la revisión médica y de los análisis o estudios que se le han realizado para diagnosticar su condición que es trauma de tórax, abdomen o extremidades

Su participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en libertad de negarse a participar en este estudio y esta decisión no afectará de ninguna forma el trato médico que reciba en la institución para su condición. Si decide participar, usted puede revocar o anular el consentimiento que ahora firma, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación. Su decisión de continuar o no en el estudio, no afectará de ninguna forma el trato médico que reciba en la institución para su condición. Si decide terminar su participación en este estudio, deberá comunicarlo al **Dr Juan Carlos Alvarado De Alba**, quien le proporcionará un documento (formato) muy sencillo en el que usted pondrá algunos de sus datos e indicará que ya no desea participar en el estudio.

#### Información para el sujeto de investigación.

El trauma se define como una agresión al cuerpo y sus partes por una fuerza externa, estas cuentan con múltiples formas y se pueden presentar a través de muchas formas, pudiendo tener un curso leve hasta presentar situaciones donde se ponga en peligro la vida del paciente. El abordaje inicial conlleva una exploración completa, el conocimiento de los mecanismos que condicionaron las lesiones y la valoración del estado general y



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx



hemodinámico del paciente. Dentro de la patología de trauma se encuentra el "choque" el cual es una entidad donde existe un desbalance entre el aporte de nutrientes y la demanda que presentan los diferentes tejidos para su adecuado funcionamiento. El manejo del choque presenta un área de oportunidad con el fin de mejorar la atención y el desenlace de los pacientes. Uno de los avances propuestos para el diagnóstico y monitorización en el manejo de reanimación de los pacientes, llamado índice de colapsabilidad de la vena cava, la vena cava se trata de la vena que lleva toda la sangre de los miembros pélvicos y los órganos del abdomen hacia el corazón, la medición de su diámetro máximo, mínimo y el cálculo de este índice aporta al médico una estimación de la cantidad de sangre que se encuentra circulando en el torrente sanguíneo. El presente estudio pretende validar la capacidad de los médicos residentes de la especialidad de cirugía general para la medición de estas dimensiones, con la finalidad de centrar un precedente para el manejo del paciente que sufre traumatismos.

#### Procedimientos a los que se someterá el sujeto de investigación

Para el estudio se colocará al paciente en una camilla de exploración y mediante el uso de un equipo de ultrasonografía se realizará la medición del diámetro máximo y el diámetro mínimo de la Vena Cava, con dichas medidas se calculará el Índice de Colapsabilidad de la Vena Cava. El ultrasonido se trata de una herramienta diagnóstica que no utiliza radiación, por lo cual no representa un peligro para la integridad del paciente.

Si usted acepta participar, le pediremos que lea cuidadosamente el presente documento de consentimiento informado y que haga todas las preguntas necesarias al médico investigador responsable, el **Dr. Mario Aurelio Martínez Jiménez** y **Dr. Juan Carlos Alvarado De Alba** para que pueda resolver sus dudas.

Cuando ya no tenga alguna duda con respecto a lo que se hará en este estudio, le pediremos que firme su aceptación de participar al final de este documento, y le pediremos nos proporcione información general como su nombre, su edad, peso, estatura; y de sus antecedentes; en una entrevista de aproximadamente 15 minutos, que realizará el Dr. Juan Carlos Alvarado De Alba en el área de urgencias de éste hospital, por lo que no será necesario revisar su expediente clínico. Para mantener sus datos anónimos. Se le asignará un código con el que únicamente los médicos investigadores que participan en este estudio podrán saber su identidad.

Además de la entrevista, le solicitaremos su autorización para realizar un ultrasonido abdominal, para la medición de las variables previamente comentadas. Estos datos serán utilizados con la finalidad de valorar la concordancia de las mediciones por el médico residente de cirugía general y el médico especialista en imagen, su manejo médico continuara con normalidad, este estudio no interferirá con su atención médica.

Se trata de un estudio que no presenta riesgo para usted, pudiendo sentir una leve incomodidad a la colocación del transductor de la máquina de ultrasonido.

**Procedimientos y tratamientos alternativos existentes:** se trata de un estudio encaminado a la descripción de las medidas de la Vena Cava Inferior, por lo cual no



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. tel: (44) 4210 1900 - [www.hospitalcentral.gob.mx](http://www.hospitalcentral.gob.mx)





SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD



HOSPITAL REGIONAL  
DR. IGNACIO MORONES PRIETO  
SAN LUIS POTOSÍ



confiere una interferencia con su manejo, no es necesaria la realización de un manejo o procedimiento alternativo

Usted no tiene que participar en este estudio para recibir tratamiento para su afección. Si decide no participar en este estudio, su médico continuara con su atención normal. Su médico del estudio puede brindarle más información sobre la infección que tiene y analizará con usted los riesgos y beneficios de los tratamientos alternativos.

#### Compromisos por parte del participante durante el estudio.

Si usted accede a participar en este estudio, tiene las siguientes responsabilidades:

##### En relación a los procedimientos del estudio:

- Seguir las instrucciones de los investigadores del estudio
- Realizar las actividades requeridas según lo indicado, contestar preguntas acerca de sus antecedentes y permitir la realización de un estudio de ultrasonido



En relación con el tratamiento del estudio: se trata de un estudio realizado por ultrasonido por lo cual no será necesario realizar un tratamiento adicional al manejo de su enfermedad.

##### En relación con los efectos secundarios y otros medicamentos que esté tomando:

- Debe informarle al investigador acerca de cualquier medicamento que esté tomando actualmente o que pueda tomar durante el curso del estudio, incluyendo medicamentos sujetos a prescripción, medicamentos de venta sin receta, así como vitaminas y suplementos.

#### Beneficios para el sujeto de investigación y/o sociedad.

Usted no recibirá un beneficio directo o inmediato cuando se realice esta medición. Sin embargo, estará colaborando con el área de investigación del Departamento de Cirugía General del Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto".

#### Potenciales riesgos para el sujeto de investigación.

Los riesgos potenciales que implican su participación en este estudio son mínimos. Si alguna de las preguntas que le realizarán la hicieran sentir incomodo o incomoda, tiene el derecho de no responderla. El personal que realiza el estudio está altamente capacitado.

No se han reportado efectos secundarios graves resultado de la realización de mediciones por ultrasonido. Sin embargo, en el remoto caso de que sintiera alguna otra molestia generada por la investigación, es necesario notificarla inmediatamente al Dr Juan Carlos Alvarado De Alba quien se encargará de proporcionarle la atención necesaria, la cual no generará algún costo para usted.



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx



#### Gastos y costos derivados de su participación en el estudio.

Usted no recibirá ningún pago por participar en el estudio y su participación no generará ningún costo para usted y/o el hospital adicional al que requiera su atención habitual.

#### Consideraciones Éticas.

Este estudio se considera de riesgo mínimo debido ya que los investigadores responsables de este estudio no tomarán decisiones referentes a su tratamiento y únicamente le solicitarán los autorice a la toma de ultrasonido abdominal con medición de la Vena Cava Inferior

Existen instituciones u organismos mexicanos como la Secretaría de Salud, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos sanitarios (COFEPRIS), la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOETICA) o incluso el Comité de Ética en Investigación (CEI) de este hospital, que se encargan de vigilar el buen manejo de los datos personales y médicos que usted y los demás participantes han autorizado para que sean utilizados en la realización de estudios de investigación como el presente. Estas instituciones u organismos pueden solicitar en cualquier momento a los investigadores de este estudio, la revisión de los procedimientos que se realizan con su información y con sus mediciones, con la finalidad de verificar que se haga un uso correcto y ético de los mismos; por lo que podrán tener acceso a esta información que ha sido previamente asignada con un código de identificación, cuando así lo requieran.

#### Confidencialidad de la información.

La información personal y médica obtenida de usted en este estudio es de carácter confidencial y será utilizada únicamente por el equipo de investigación de este proyecto para analizar y complementar los resultados obtenidos y no estará disponible para ningún otro propósito. Esta información se conjuntará con la de otros participantes para realizar el presente estudio. Con la finalidad de mantener el anonimato, se le asignará un código para el uso de sus datos.

Si usted así lo decide, los investigadores responsables de este estudio le podrán informar a su médico tratante que usted ha aceptado participar en este estudio, para que la información que se obtenga sea incluida en su expediente clínico. Con esta finalidad, le pediremos que indique al final de este documento si está o no de acuerdo en lo anterior.

Los resultados de este estudio podrán ser publicados con fines científicos en revistas especiales dirigidas al personal médico, de enfermería, químicos e investigadores relacionados con el área de la salud con la finalidad de que conozcan como el uso de la medición de la vena cava inferior puede aportar datos útiles para el manejo del paciente con traumatismos. También los resultados de este estudio podrán ser presentados en reuniones científicas en las que se discuten los nuevos hallazgos que se han obtenido de este y otros estudios relacionados con la salud y el tratamiento de pacientes con su mismo diagnóstico. Los datos clínicos de todos los participantes se presentarán de forma anónima de tal manera que no podrán ser identificados.

De acuerdo a la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y a la Ley de Protección de Datos Personales del estado de San Luis Potosí, sus



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, S.L.P. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx





datos personales no podrán tratarse, transferirse o utilizarse para fines no descritos expresamente en este documento, a menos que sea estrictamente necesario para el ejercicio y cumplimiento de las atribuciones y obligaciones expresamente previstas en las normas que regulan la actuación de los investigadores responsables del estudio; se dé cumplimiento a un mandato legal; sea necesario por razones de seguridad pública, orden público, salud pública o salvaguarda de derechos de terceros.

El uso de los datos personales recabados es de acuerdo al AVISO DE PRIVACIDAD INTEGRAL que puede ser consultado en la siguiente liga:

[https://www.hospitalcentral.gob.mx/aviso\\_de\\_privacidad](https://www.hospitalcentral.gob.mx/aviso_de_privacidad)

Cualquier otro uso que se requiera para el uso de sus datos o análisis y/o resultados de los análisis que se describen en este documento, deberá ser informado y solicitado con la debida justificación al Comité de Ética en Investigación de este Hospital, quien determinará la pertinencia de la solicitud y en su caso, autorizará un uso diferente para sus datos y/o resultados; siempre en apego a los lineamientos y normas legislativos nacionales e internacionales y en beneficio y protección de la integridad de los actores participantes.

#### Motivos para finalizar su participación en el estudio.

El investigador puede retirarlo de este estudio por cualquier motivo justificado de acuerdo con el protocolo. Los siguientes son ejemplos de motivos por los cuales usted podría tener que suspender algunas de las actividades relacionadas con el estudio o todas:

1. Usted no sigue las instrucciones.
2. El investigador considera que el estudio podría ser perjudicial para usted.
3. El investigador decide detener el estudio por dificultades técnicas para la toma de las mediciones

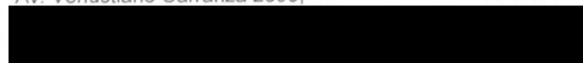
#### Compromiso de información sobre su participación en el estudio.

Usted tiene derecho a ser informado y a que sus preguntas sobre su participación en el estudio sean resueltas en todo momento.

Se le entregará una copia de este consentimiento informado, firmada por el investigador responsable donde se incluyen sus datos de contacto y los datos del Comité de Ética en Investigación de este hospital para aclarar cualquier duda que pudiese surgir.

Para realizar cualquier pregunta, duda o aclaración sobre su participación en el estudio, usted puede comunicarse con:

**Dr. Mario Aurelio Martínez Jiménez Investigador principal)**  
Departamento de Cirugía General  
Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto"  
Av. Venustiano Carranza 2395,



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx



Dr Juan Carlos Alvarado De Alba (Co-investigador o Tesista)  
Departamento de Cirugía General  
Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto"  
Av. Venustiano Carranza 2395,

Si usted tiene alguna pregunta con respecto a sus derechos como participante en el estudio de investigación, también puede ponerse en contacto con una persona no involucrada con el equipo de investigadores de este estudio:



#### Aceptación del documento de Consentimiento Informado

Si usted desea participar de manera voluntaria en esta investigación, por favor proporcione su nombre, firma y fecha este documento en los espacios proporcionados en la parte inferior. Su firma significa que usted acepta lo siguiente:

1. Se me ha dado la información completa y adecuada en forma verbal y por escrito sobre el objetivo del estudio y me han explicado los riesgos y beneficios de participar en lenguaje claro.
2. Se me ha informado que puedo retirar mi consentimiento y terminar mi participación en este estudio en cualquier momento sin afectar mi derecho a recibir atención médica.
3. Es mi responsabilidad preguntar para aclarar cualquier punto que no entienda en relación a mi participación en este estudio. He hecho todas las preguntas a la persona que realiza el proceso de consentimiento y he recibido respuestas satisfactorias.
4. No he ocultado o distorsionado cualquier condición médica actual o cualquier antecedente médico relacionado con mi salud. He respondido todas las preguntas en relación a mi salud en forma precisa y verdadera.
5. Soy mayor de edad y legalmente capaz de dar este consentimiento.
6. Acepto participar en este estudio de manera voluntaria sin que me haya presionado u obligado. Entiendo que mi negación a participar o la descontinuación de mi participación en cualquier momento, no implicará penalidad o pérdida de beneficios a los que de otra forma tengo derecho.



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx



7. Entiendo y estoy de acuerdo en que la información obtenida a partir del presente estudio puede ser utilizada para la publicación de estos resultados con fines académicos como parte de la divulgación científica y como apoyo a la práctica clínica, pero que en todo momento se utilizará un código asignado para mantener mi anonimato y la confidencialidad de mis datos.

8. Me han explicado que la información personal y clínica que he consentido en proporcionar, conservará mi privacidad y que se utilizará solo para los fines que deriven de este estudio.

9. Los investigadores que participan en este proyecto se han comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio en el momento en el que lo solicite y me entregarán una copia de este documento de consentimiento informado.

**Autorización para informar a mi médico tratante de mi participación en este estudio de investigación y para que mis resultados sean incluidos en mi expediente clínico.**

Se le solicita que indique su acuerdo o desacuerdo para que los investigadores responsables de este estudio de investigación le informen a su médico tratante, que ha aceptado participar en este estudio con el número de registro 31-25 ante el CEI de este hospital y para que los resultados obtenidos sean incluidos en su expediente clínico para que puedan ser utilizados como referencia para su tratamiento por su médico tratante. Marque con una X su respuesta:

Sí, doy mi autorización.

No doy mi autorización.

Por medio del presente documento de consentimiento informado acepto participar en el estudio de investigación denominado "Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización de Índice de colapsabilidad de la vena cava", de manera libre y voluntaria.



NOMBRE DEL PACIENTE	FIRMA DE ACEPTACIÓN DEL PACIENTE
FECHA DE LA OBTENCIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO	

NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL (si es necesario)	FIRMA DE ACEPTACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx



FECHA DE LA OBTENCIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO	PARENTESCO
DIRECCIÓN / TELÉFONO DE CONTACTO DEL REPRESENTANTE LEGAL	

NOMBRE DEL TESTIGO 1	FIRMA DEL TESTIGO 1
FECHA	PARENTESCO
DIRECCIÓN / TELÉFONO DE CONTACTO DEL TESTIGO 1	

NOMBRE DEL TESTIGO 2	FIRMA DEL TESTIGO 2
FECHA	PARENTESCO
DIRECCIÓN / TELÉFONO DE CONTACTO DEL TESTIGO 2	

Mario Aurelio Martínez Jiménez INVESTIGADOR PRINCIPAL Departamento de Cirugía General División de Cirugía	Juan Carlos Alvarado De Alba CO-INVESTIGADOR ADSCRIPCIÓN Cirugía General



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 [www.hospitalcentral.gob.mx](http://www.hospitalcentral.gob.mx)





SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD

HOSPITAL REGIONAL  
ALTA ESPECIALIDAD  
DR. IGNACIO MORONES PRIETO  
SAN LUIS POTOSÍ

### REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Manifiesto al Investigador Principal, Dr Mario Aurelio Martinez Jimenez que es mi voluntad revocar el consentimiento informado que he aceptado el día \_\_\_\_\_, para participar en el protocolo de Investigación titulado "Uso de ultrasonografía en el paciente politraumatizado para realización de Índice de colapsabilidad de la vena cava". Es mi derecho solicitar que mis datos clínicos y personales, así como los resultados de las pruebas que me han realizado hasta el momento sean eliminadas de esta investigación y ya no sean incluidas en los resultados finales y los reportes o publicaciones que se generarán de este estudio de investigación.

NOMBRE DEL PACIENTE	FIRMA DEL PACIENTE

NOMBRE DEL TESTIGO 1	FIRMA DEL TESTIGO 1

NOMBRE DEL TESTIGO 2	FIRMA DEL TESTIGO 2

Mario Aurelio Martinez Jimenez
INVESTIGADOR PRINCIPAL
Departamento de Cirugía General
División de Cirugía
[REDACTED]

POTOSÍ  
PARA LOS POTOSINOS  
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN  
SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.



Venustiano Carranza N° 2395 Zona Universitaria CP. 78290, San Luis Potosí, SLP. Tel: (44) 4210 1300 www.hospitalcentral.gob.mx

### Anexo 5. Revocación del Consentimiento Informado.